

Ordonnance sur la radioprotection

(ORaP)

de ...

projet audition

Le Conseil fédéral suisse,

vu la loi du 22 mars 1991 sur la radioprotection (LRaP)¹ et l'art. 83 de la loi fédérale du 20 mars 1981 sur l'assurance-accidents²,

arrête:

Titre 1 Dispositions générales

Chapitre 1 Objet, champ d'application et définitions

Art. 1 Objet et champ d'application

¹ La présente ordonnance régleme, en vue de la protection de l'être humain et de l'environnement contre les rayonnements ionisants et la radioactivité:

- a. pour les situations d'exposition planifiée:
 1. les autorisations,
 2. l'exposition de la population ainsi que l'exposition à des fins médicales et l'exposition professionnelle,
 3. l'utilisation de sources radioactives et d'installations émettant des radiations ionisantes,
 4. la gestion de déchets radioactifs,
 5. la prévention et la maîtrise de défaillances;
- b. pour les situations d'exposition d'urgence, la prévention et la maîtrise des cas d'urgence;
- c. pour les situations d'exposition existante, la gestion des héritages radiologiques, du radon, des matières radioactives naturelles ainsi que de la contamination durable après un cas d'urgence;
- d. la formation et la formation continue des personnes qui utilisent des rayonnements ionisants ou de la radioactivité;
- e. la surveillance et l'expertise apportées par la Commission fédérale de radioprotection.

² Elle s'applique aux sources de rayonnements naturelles et artificielles.

SR 814.501

¹ RS 814.50

² RS 832.20

³ Elle ne s'applique pas:

- a. aux expositions dues aux radionucléides naturellement contenus dans l'organisme humain;
- b. aux expositions au rayonnement cosmique à l'exception de l'exposition du personnel navigant;
- c. aux expositions en surface dues aux radionucléides présents dans la croûte terrestre non perturbée.

Art. 2 Définitions

Au sens de la présente ordonnance, on entend par:

- a. *situation d'exposition planifiée*: situation d'exposition qui résulte de l'exploitation planifiée d'une source de rayonnements ou d'une activité humaine qui modifie les voies d'exposition, de manière à causer l'exposition ou l'exposition potentielle de personnes ou de l'environnement;
- b. *situation d'exposition d'urgence*: situation d'exposition, suite à une urgence, qui exige des mesures immédiates pour en éviter ou en réduire les conséquences préjudiciables. Les situations d'exposition d'urgence sont des situations inattendues qui peuvent survenir suite à un accident dans le déroulement d'une situation planifiée ou en tant que conséquence d'une action malveillante ou de toute autre situation inattendue. Dans ces situations, on peut assister à des expositions du public, de personnes professionnellement exposées aux radiations ou de personnes astreintes ainsi qu'à une contamination de l'environnement;
- c. *situation d'exposition existante*: situation qui existe déjà lorsqu'une décision doit être prise quant à son contrôle et qui n'exige pas ou n'exige plus de mesures immédiates. Il s'agit notamment de la gestion des héritages radiologiques, du radon, des matières radioactives naturelles ainsi que de la contamination durable après un cas d'urgence;
- d. *exposition professionnelle*: exposition subie dans le cadre de l'activité professionnelle. Elle peut concerner les travailleurs salariés, les indépendants, les apprentis et les étudiants;
- e. *exposition médicale*: exposition de patients ou d'individus asymptomatiques à des fins diagnostiques ou thérapeutiques dans le but d'améliorer leur santé. En font aussi partie les expositions de personnes soignantes à titre non professionnels en médecine humaine et de personnes participant à des projets de recherche sur l'être humain;
- f. *exposition de la population*: exposition de personnes à l'exception des expositions professionnelles et médicales. Elle peut aussi concerner les personnes à leur poste de travail;
- g. *matières radioactives naturelles (NORM)*: matière radioactive ne contenant aucune quantité significative de radionucléides autres que les radionucléides naturels. Les matières dans lesquelles les concentrations en activité des radionucléides naturels ont été modifiées par un processus quelconque font partie des NORM. Lorsque l'on enrichit des matières radioactives naturelles

pour utiliser leur radioactivité, ils ne sont plus considérés comme des NORM;

- h. *rayonnement ionisant*: transport d'énergie sous la forme de particules ou d'ondes électromagnétiques d'une longueur d'ondes inférieure ou égale à 100 nanomètres pouvant ioniser directement ou indirectement un atome ou une molécule;
 - i. *limite de libération*: valeur de l'activité spécifique d'un matériau radioactif en dessous de laquelle il peut être considéré comme non radioactif. Les valeurs en sont indiquées aux annexes 2 et 3, colonne 9;
 - j. *limite d'autorisation*: activité absolue d'un matériau radioactif jusqu'à laquelle il peut être utilisé chaque jour sans qu'il soit nécessaire de disposer d'une autorisation. Les valeurs en sont indiquées à l'annexe 3, colonne 10;
 - k. *valeur directrice*: valeur qui est déduite d'une limite et dont le dépassement implique certaines mesures à prendre ou dont le respect garantit celui de la limite concernée. Les valeurs directrices pour la contamination de l'air (CA) et des surfaces (CS) sont indiquées à l'annexe 3, colonnes 11 et 12;
 - l. *source de rayonnement*: appareil ou objet contenant des substances radioactives (source radioactive scellée ou non scellée) ou installation pouvant émettre des rayonnements ionisants;
 - m. *source radioactive scellée*: source qui renferme des substances radioactives et qui est construite de manière à empêcher tout échappement de ces substances dans les conditions usuelles d'emploi, excluant ainsi toute possibilité de contamination;
 - n. *source radioactive non scellée*: source radioactive qui ne remplit pas les exigences posées à la source scellée. Il s'agit en particulier des sources qui peuvent se disperser et provoquer une contamination;
 - o. *source radioactive orpheline*: source radioactive dont l'activité est supérieure à la limite de libération, qui ne peut pas être libérée conformément à l'art. 118 et qui n'est plus sous le contrôle de son propriétaire ou du titulaire d'une autorisation. Ceci est le cas lorsqu'une source radioactive a été volée, égarée, remise sans autorisation ou éliminée de façon non conforme;
 - p. *installations*: forme abrégée de « installations génératrices de rayonnements ionisants ». Equipements ou appareils servant à produire des rayonnements photoniques ou corpusculaires.
- ² Sont aussi applicables à la présente ordonnance:
- a. les définitions figurant aux art. 5 à 7, 12, 37, 61, 63, 91, 108, 119, 135, 145 et 159;
 - b. les définitions de termes techniques indiquées à l'annexe 1 et les définitions dosimétriques indiquées à l'annexe 4.

Chapitre 2 Principes de la radioprotection

Art. 3 Justification

Une activité au sens de l'art. 8 LRaP est justifiée lorsque les avantages qui y sont liés pour l'être humain et l'environnement l'emportent nettement sur les inconvénients dus aux rayonnements et qu'il n'existe pas d'autre solution sans ou avec une minime exposition aux rayonnements.

Art. 4 Optimisation

¹ La radioprotection doit être optimisée dans toutes les situations d'exposition.

² Dans le cadre de l'optimisation, les paramètres suivants doivent être réduits autant que possible:

- a. la probabilité des expositions;
- b. le nombre de personnes exposées;
- c. la dose individuelle des personnes exposées.

Art. 5 Limites de dose

Des limites sont fixées sur la somme de toutes les doses qu'une personne reçoit durant une année civile par le biais d'activités ou de sources de rayonnements soumises à autorisation (valeurs limites de dose). Les expositions médicales en sont exclues.

Art. 6 Niveaux de référence

¹ Lorsque les valeurs limites de dose ne peuvent être respectées dans des situations d'exposition existante ou d'exposition d'urgence ou lorsque leur respect impliquerait des ressources disproportionnées ou serait contre-productif, des niveaux de référence s'appliquent.

² Les mesures nécessaires sont à prendre afin de garantir le respect des niveaux de référence.

Art. 7 Contraintes de dose

¹ Pour les situations d'exposition planifiée, une dose est fixée pour chaque source d'exposition ou activité pour une personne (contrainte de dose). Cette contrainte doit être fixée pour chaque source de radiations de sorte que la somme des contraintes dues à toutes les sources ne dépasse pas la valeur limite de dose.

² Les contraintes de dose sont des instruments d'optimisation. L'état de la science et de la technique est à prendre en considération lors de leur fixation.

³ Si une contrainte de dose est dépassée, des mesures doivent être prises.

Art. 8 Approche graduée en fonction du risque

Toutes les mesures de radioprotection doivent être proportionnées au risque qui en est à l'origine.

Titre 2 Formation et formation continue**Chapitre 1 Dispositions générales****Art. 9** Personnes qui doivent recevoir une formation, une formation continue ou une instruction

¹ Les personnes suivantes doivent recevoir une formation et une formation continue en radioprotection correspondant à leur activité et à leurs responsabilités:

- a. les personnes qui utilisent des rayonnements ionisants et qui, dans ce cadre, sont amenées à prendre des mesures de protection personnelle;
- b. les personnes qui assument des tâches de radioprotection vis-à-vis de tiers;
- c. les experts visés à l'art. 16 L RaP qui sont engagés en vue de la transposition des prescriptions légales en directives internes de radioprotection et de leur contrôle à l'intérieur de l'entreprise;
- d. les consultants en radon visés à l'art. 170, al. 1;
- e. les personnes qui, dans le cadre de leur activité au sein des autorités, des administrations, dans la protection de la population, dans l'armée ainsi que dans les organisations et entreprises qui exploitent des infrastructures critiques ou des services publics, peuvent être amenées à utiliser des rayonnements ionisants.

² Les personnes astreintes visées à l'art. 154 doivent, en cas de danger lié à une augmentation de la radioactivité, recevoir une instruction.

³ Le Département fédéral de l'intérieur (DFI), en accord avec l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) et le Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS), peut admettre des dérogations à l'exigence de formation continue dans les cas d'utilisation de rayonnements ionisants présentant un faible risque.

Art. 10 Responsabilité pour la formation, la formation continue et l'instruction

¹ Sont responsables de la formation et de la formation continue:

- a. pour les personnes visées à l'art. 9, al. 1, let. a à c: les titulaires d'une autorisation;
- b. pour les personnes visées à l'art. 9, al. 1, let. e: les autorités, administrations, organisations et entreprises concernées; elles veillent à ce qu'un nombre suffisant de personnes, en fonction de la taille et de la structure de l'entité, soient au bénéfice d'une formation et d'une formation continue.

² Les autorités, les administrations, les organisations et les entreprises concernées sont responsables de l'instruction des personnes visées à l'art. 9, al. 2.

³ Les organismes responsables sont tenus d'organiser les formations continues dans leur entreprise et de les documenter.

⁴ Les consultants en radon doivent eux-mêmes veiller à leur formation et à leur formation continue.

Art. 11 Formation

¹ Les personnes visées à l'art. 9, al. 1, let. b à d, doivent être au bénéfice d'une des formations suivantes:

- a. une formation reconnue en radioprotection et sanctionnée par un examen;
- b. un certificat fédéral de formation ou de formation postgrade dans une profession médicale, ou
- c. un certificat fédéral de formation ou de formation postgrade dans une profession médicale et une formation reconnue en radioprotection et sanctionnée par un examen.

² Le DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS, définit les personnes qui doivent suivre une formation.

³ En accord avec l'IFSN et le DDPS, il fixe si la formation des personnes suivantes doit faire l'objet d'une reconnaissance:

- a. les personnes visées à l'art. 9, al. 1, let. a;
- b. les personnes visées à l'art. 9, al.1, let. e.

Art. 12 Formation continue

¹ La formation continue est axée sur le savoir et les compétences déjà acquises lors d'une formation. Dans ce cadre, le savoir et les connaissances sur l'état de la technique et son application pratique doivent être actualisés et élargis.

² Les personnes soumises à l'obligation de formation continue doivent suivre une telle formation tous les cinq ans.

³ Le DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS et en tenant compte du niveau de risque, peut:

- a. fixer des intervalles de formation continue plus courts ou plus longs;
- b. exiger que la formation continue fasse l'objet d'une reconnaissance.

⁴ Les autorités de surveillance visées à l'art. 182, al. 1, ou le DDPS peuvent exiger, dans leur domaine de compétence, que l'organisme en charge de la formation continue déclare la réalisation, la forme, le contenu et l'étendue des formations continues des personnes soumises à cette obligation.

Art. 13 Cours de formation et de formation continue

¹ Les autorités de surveillance et l'Institut Paul Scherrer (IPS) organisent au besoin des cours de formation et de formation continue.

² Les autorités de surveillance peuvent confier à d'autres services ou institutions le soin d'organiser des cours de formation et de formation continue en radioprotection.

³ Le DDPS veille à ce qu'un nombre suffisant de cours de formation et de formation continue soit offert aux personnes astreintes visées à l'art. 9, al. 1, let. e. Il en assure la coordination.

Art. 14 Aide financière

¹ L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) et l'IFSN peuvent, dans les limites des crédits disponibles, allouer une aide financière à des tiers qui organisent des cours de formation ou de formation continue en matière de radioprotection, notamment à des écoles, à des organisations professionnelles et à l'industrie.

² L'aide financière n'est allouée que si la formation ou la formation continue est reconnue par l'autorité de surveillance.

³ L'aide financière est fixée de telle manière que, additionnée aux autres recettes de l'organisateur, elle n'excède pas les frais dûment attestés de ce dernier.

Art. 15 Reconnaissance de formations et de formations continues individuelles

L'autorité de surveillance reconnaît l'équivalence d'une formation ou d'une formation continue individuelle acquise à l'étranger ou en vue d'une autre activité, lorsque cette formation remplit les exigences indiquées au chap. 2.

Art. 16 Banque de données sur la formation et la formation continue

¹ Les autorités de surveillance tiennent ensemble une banque de données sur la formation et la formation continue de toutes les personnes astreintes à ces formations, notamment:

- a. les personnes qui remplissent les conditions pour exercer la fonction d'expert visée à l'art. 9, al. 1, let. c;
- b. les agents de radioprotection et les techniciens en radioprotection visés à l'art. 20, let. b;
- c. les autres personnes qui sont soumis à l'obligation de formation continue conformément à l'art. 19, let. b;
- d. les consultants en radon visés à l'art. 170, al. 1.

² La banque de données a pour but:

- a. de fournir les informations nécessaires concernant la formation et la formation continue des personnes concernées en vue de l'octroi des autorisations;
- b. de simplifier les procédures administratives lors de l'octroi des autorisations;
- c. de simplifier les activités de surveillance des autorités dans le domaine de la formation et de la formation continue individuelles.

³ Les données ci-après sont consignées dans la banque de données:

- a. noms, noms antérieurs et prénoms;
- b. date de naissance;
- c. lieu d'origine (pour les étrangers: lieu de naissance et nationalité);
- d. formation professionnelle;
- e. nature, lieux et dates des formations en radioprotection;
- f. nature, lieux et dates des formations continues en radioprotection;
- g. date de la reconnaissance de l'équivalence pour les formations et les formations continues visées à l'art. 15.

⁴ Les collaborateurs qualifiés des autorités de surveillance sont habilités à traiter en ligne les informations concernant les personnes appartenant à leur domaine de surveillance.

⁵ Les institutions qui offrent des cours de radioprotection reconnus peuvent saisir et consulter en ligne les données des personnes qui ont suivi une formation ou une formation continue auprès d'elles. Elles peuvent modifier, pour les personnes concernées, les données touchant aux cours qu'elles organisent elles-mêmes.

⁶ Les informations concernant une personne sont effacées de la banque de données au plus tard 100 années après leur dernière formation ou formation continue, respectivement après leur dernière activité en tant qu'expert conformément à l'art. 9, al. 1, let.c.

Art. 17 Autorités de reconnaissance

¹ Les autorités suivantes reconnaissent les cours de formation et de formation continue dans les domaines énoncés ci-après:

- a. l'OFSP: pour les domaines de la médecine, de l'enseignement et de la recherche;
- b. l'IFSN: pour le domaine des installations nucléaires;
- c. la Caisse nationale suisse en cas d'accidents (Suva): pour les domaines de l'industrie et de l'artisanat;
- d. le Secrétariat Général du Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (SG DDPS) pour les personnes qui peuvent être amenées à utiliser des rayonnements ionisants dans le cadre de leur activité au sein des autorités, des administrations, dans la protection de la population, dans l'armée ainsi que dans les organisations et entreprises qui exploitent des infrastructures critiques ou des services publics.

² L'OFSP, l'IFSN, la Suva et le SG DDPS se concertent en cas de doute concernant la compétence touchant à la reconnaissance.

³ Les cours de formation proposés par une autorité de reconnaissance doivent être reconnus par une autre autorité.

Chapitre 2 Contenus de la réglementation

Art. 18 Contenus généraux de la réglementation

¹ Le DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS, réglemente les formations et les formations continues. Il fixe notamment:

- a. les buts, les exigences et l'étendue de la formation et de la formation continue en radioprotection;
- b. les compétences et les connaissances à acquérir pour les personnes visées à l'art. 9;
- c. les formations et formations continues soumises à reconnaissance visées aux art. 11, 12, 13, 15 et 17 à 20;
- d. les conditions de reconnaissance des formations et des formations continues visées à la let. c;
- e. le contenu et la procédure des examens;
- f. les activités autorisées aux personnes ayant suivi une formation et une formation continue en radioprotection et soumises à reconnaissance.

² Il réglemente, en accord avec l'IFSN et le DDPS, l'instruction des personnes astreintes visées à l'art. 154. Il fixe notamment:

- a. les buts de l'instruction;
- b. les activités que les personnes peuvent exercer sur la base de leur instruction en radioprotection.

Art. 19 Contenus de la réglementation en médecine

¹ Le DFI réglemente les exigences s'appliquant à la formation et à la formation continue en radioprotection des personnes suivantes qui sont responsables de la radioprotection de patients ou d'animaux:

- a. les personnes qui prescrivent des applications diagnostiques de rayonnements ionisants en médecine humaine et en chiropratique;
- b. les médecins qui réalisent des applications thérapeutiques ou diagnostiques à l'aide de sources de rayonnements;
- c. les médecins-dentistes;
- d. les chiropraticiens;
- e. les médecins-vétérinaires.

² Il réglemente les exigences s'appliquant à la formation et à la formation continue des personnes suivantes également actives en radioprotection dans le domaine médical:

- a. les médecins médicaux;
- b. les assistants en médecine vétérinaire (CFC);
- c. les assistants dentaires (CFC);

- d. les hygiénistes dentaires diplômés d'une école supérieure (ES);
- e. les assistants médicaux (CFC);
- f. les techniciens en radiologie médicale diplômés (ES);
- g. les personnes au bénéfice d'un diplôme de bachelier en radiologie médico-technique;
- h. les techniciens en salle d'opération diplômés (ES), infirmiers en salle d'opération disposant d'un certificat de capacité délivré par l'Association suisse des infirmiers et infirmières (ASI).

³ Les personnes suivantes, lorsqu'elles ont acquis la formation correspondante en radioprotection et qu'elles satisfont à l'obligation de formation continue, remplissent les conditions pour exercer la fonction d'expert visée à l'art. 16 LRaP dans leur domaine d'activité:

- a. les médecins et les chiropraticiens titulaires du titre postgrade fédéral correspondant;
- b. les médecins-dentistes et les vétérinaires titulaires du diplôme fédéral correspondant;
- c. les physiciens médicaux au bénéfice de la formation correspondante;
- d. les techniciens en radiologie médicale (TRM) et les personnes titulaires d'un diplôme de bachelier en radiologie médico-technique et au bénéfice de la formation équivalente.

Art. 20 Contenus de la réglementation pour les domaines autres que la médecine

¹ Le DFI, en accord avec l'IFSN et le DDPS, réglemente les exigences s'appliquant à la formation et à la formation continue en radioprotection des personnes suivantes:

- a. les experts en radioprotection ainsi que les personnes utilisant des rayonnements ionisants dans les domaines de l'industrie, de l'artisanat, de l'enseignement et de la recherche;
- b. les agents de radioprotection et les techniciens en radioprotection actifs dans les installations nucléaires et à l'IPS;
- c. les consultants en radon;
- d. les personnes qui peuvent être amenées à utiliser des rayonnements ionisants dans le cadre de leur activité au sein des autorités, des administrations, dans la protection de la population, dans l'armée ainsi que dans les organisations et entreprises qui exploitent des infrastructures critiques ou des services publics.

Titre 3 Situations d'exposition planifiée

Chapitre 1 Autorisations

Section 1 Régime de l'autorisation

Art. 21 Activités et sources de rayonnements soumises à autorisation

¹ Sont soumises à autorisation les activités indiquées à l'art. 28 LRaP ainsi que:

- a. la gestion de déchets, de résidus ou de matériaux à recycler qui peuvent contenir des sources radioactives orphelines (art. 116);
- b. l'engagement de personnes professionnellement exposées aux radiations conformément à l'art. 63, al. 1, dans leur propre entreprise ou dans une autre que la leur, à l'intérieur du pays ou à l'étranger;
- c. l'exécution de mesures d'assurance de qualité sur les installations, sur les appareillages de mesure et d'examen en médecine nucléaire ou sur les systèmes de réception et de restitution d'images en radiodiagnostic;
- d. la réutilisation d'héritages radiologiques conformément à l'art. 160, al. 2.

² Sont également soumises à autorisation les autres activités associées à l'utilisation de NORM si cette utilisation peut conduire à une dose aux membres du public qui n'est pas négligeable du point de vue de la radioprotection, notamment:

- a. en cas de contamination de l'eau de boisson pouvant conduire à une dose efficace supplémentaire de plus de 100 \square Sv par an pour des membres du public;
- b. en cas de dépassement d'une limite de libération visée à l'annexe 2.

³ Sont également soumises à autorisation les sources de rayonnements visées à l'art. 29, let. c, LRaP.

Art. 22 Exceptions au régime de l'autorisation

Sont soustraits au régime de l'autorisation:

- a. l'utilisation de substances radioactives solides ou liquides:
 1. dont l'activité spécifique est inférieure à la limite de libération, ou
 2. dont l'activité absolue est inférieure à la limite d'autorisation;
- b. l'utilisation de substances radioactives sous forme gazeuse dont l'activité absolue est inférieure à la limite d'autorisation;
- c. l'utilisation de produits de consommation qui contiennent des substances radioactives ayant une activité absolue inférieure à l'activité de 1 kg d'une substance dont l'activité spécifique correspond à la limite de libération;
- d. le transport de substances dont les concentrations radioactives sont inférieures à celles des substances exceptées ou aux limites d'activité des colis exceptés qui sont fixées:

1. à l'annexe A, sous-section 2.2.7.2, tableaux 2.2.7.2.2.1 et 2.2.7.2.2.2, de l'Accord européen du 30 septembre 1957 relatif au transport international des matières dangereuses (ADR)³ et dans l'ordonnance du 29 novembre 2002 relative au transport des marchandises dangereuses par route (SDR)⁴, et
2. dans le règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (RID) selon l'annexe C, sous-section 2.2.7.2., tableaux 2.2.7.2.2.1 et 2.2.7.2.2.2, du protocole du 3 juin 1996 portant modification de la Convention du 9 mai 1980 relative aux transports internationaux ferroviaires (COTIF)⁵ et dans l'ordonnance du 31 octobre 2012 sur le transport de marchandises dangereuses par chemin de fer et par installation à câbles⁶;
- e. le transport de substances radioactives comme colis exceptés:
 1. selon l'annexe A, section 3.2.1, tableau A (numéros ONU 2908, 2909, 2910, 2911 et 3507), ADR et le SDR,
 2. selon la section 3.2.1, tableau A (numéros ONU 2908, 2909, 2910, 2011 et 3507), RID et le RSD,
 3. selon l'art. 16 de l'ordonnance du 17 août 2005 sur l'ordonnance sur le transport aérien (OTrA)⁷,
 4. selon l'ordonnance du 2 mars 2010 mettant en vigueur l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures⁸;
- f. le transport aérien de substances radioactives (numéros ONU 2908, 2909, 2910, 2911, 2912, 2913, 2915, 2916, 2978, 3321, 3322, 3332 et 3507 selon l'annexe 18 de la Convention du 7 décembre 1944 relative à la navigation civile internationale⁹ et des prescriptions techniques y relatives¹⁰);

³ RS 0.741.621 Les annexes de l'ADR ne sont publiées ni dans le RS ni dans le RO. Elles peuvent être consultées gratuitement sur les pages Internet de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-ONU) à l'adresse www.unece.org > Legal Instruments and Recommendations > ADR. Des tirés à part peuvent être obtenus contre paiement auprès de l'Office fédéral des constructions et de la logistique, Vente des publications fédérales, 3003 Berne.

⁴ RS 741.621

⁵ RS 0.742.403.12 Les annexes de l'ADR ne sont publiées ni dans le RS ni dans le RO. Elles peuvent être consultées gratuitement sur le site Internet de l'organisation intergouvernementale pour les transports internationaux ferroviaires à l'adresse www.otif.org/fr/publications/rid-2015.html. Des tirés à part peuvent être obtenus contre paiement auprès de l'Office fédéral des constructions et de la logistique, Vente des publications fédérales, 3003 Berne.

⁶ RS 742.412

⁷ RS 748.411

⁸ RS 747.224.141

⁹ RS 0.748.0. Cette annexe n'est publiée ni dans le RO, ni dans le RS. Elle peut être consultée gratuitement sur le site Internet de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) à l'adresse <http://www.bazl.admin.ch/dokumentation/grundlagen/index.html?lang=fr> ou obtenue contre paiement auprès de l'Organisation de l'aviation civile internationale, Groupe de la vente des documents, 999, rue de l'Université Montréal, Québec, Canada H3C 5H7.

¹⁰ Les prescriptions techniques ne sont publiées ni dans le RO, ni dans le RS. Elles peuvent être consultées gratuitement sur le site Internet de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) à l'adresse <http://www.bazl.admin.ch/dokumentation/grundlagen/index.html?lang=fr> ou obtenues contre paiement auprès de l'Organisation de l'aviation

- g. la commercialisation, l'utilisation, le stockage, le transport, l'élimination, de même que l'importation, l'exportation et le transit, de montres prêtes à l'usage contenant des substances radioactives, si elles satisfont aux normes ISO11 3157¹² et 4168¹³, et de 1000 composants de montres au plus contenant de la peinture luminescente radioactive;
- h. l'utilisation d'émetteurs parasites, lorsque le débit de dose ambiante à une distance de 10 cm de la surface ne dépasse pas 1 $\mu\text{Sv/h}$ ¹⁴;
- i. l'utilisation de minerais et de collections de minéraux et de pierres dont l'activité spécifique est inférieure à 100 fois la limite de libération pour l'uranium et le thorium naturels ou si ceux-ci présentent une quantité de thorium naturel inférieure à 10 g ou une quantité d'uranium naturel inférieure à 100 g;
- j. l'utilisation de sources de rayonnements qui ont reçu une autorisation de type;
- k. les activités et sources de rayonnements soumises à une autorisation en vertu de la loi du 21 mars 2003 sur l'énergie nucléaire (LENu)¹⁵;
- l. l'engagement par des compagnies aériennes de personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

Section 2 Procédure d'autorisation

Art. 23 Autorités délivrant les autorisations

¹ L'OFSP est, sous réserve de l'al. 2, l'autorité délivrant les autorisations pour toutes les activités et sources de rayonnements soumises à autorisation visées par la présente ordonnance.

² L'IFSN est l'autorité délivrant les autorisations pour:

- a. les activités dans les installations nucléaires qui ne font pas l'objet d'une autorisation conformément à la LENu¹⁶;
- b. les essais avec des substances radioactives dans le cadre des études géologiques au sens de l'art. 35 LENu;

civile internationale, Groupe de la vente des documents, 999, rue de l'Université Montréal, Québec, Canada H3C. 5H7. Elles peuvent aussi être consultées gratuitement en français et en anglais dans les services d'information des aéroports. Elles ne sont traduites ni en allemand ni en italien.

¹¹ Organisation internationale de normalisation. Les normes techniques ISO citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement auprès de l'Office fédéral de la santé publique ou être obtenues contre paiement auprès de l'Association suisse de normalisation, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur, www.snv.ch

¹² ISO 3157. Edition 1991-11. Radioluminescence pour les instruments horaires - Spécification.

¹³ SN ISO 4168. Edition 2003-09, Instruments horaires - Conditions d'exécution des contrôles des dépôts radioluminescents.

¹⁴ Sv = Sievert; mSv = Millisievert; μSv = Microsievert

¹⁵ RS 732.1

¹⁶ RS 732.1

- c. l'importation et l'exportation de substances radioactives en provenance ou à destination d'installations nucléaires;
- d. le transport de substances radioactives en provenance ou à destination d'installations nucléaires.

Art. 24 Demandes d'autorisation

¹ Les demandes d'autorisation ou de renouvellement d'autorisation doivent être présentées, accompagnées de la documentation requise, à l'autorité délivrant les autorisations.

² Les requérants étrangers doivent indiquer une adresse de notification en Suisse.

³ L'autorité de surveillance peut exiger de surcroît une analyse de risque dans le cas où celui-ci est élevé.

⁴ Le DFI et l'IFSN peuvent édicter des dispositions concernant la documentation et les justificatifs requis dans leur domaine de compétence respectif.

Art. 25 Procédure ordinaire d'autorisation

¹ L'autorité délivrant les autorisations évalue dans le cadre de la procédure ordinaire les activités et les sources de rayonnements soumises à autorisation, sous réserve des art. 26 et 27.

² Elle contrôle si la documentation jointe à la demande d'autorisation est complète et elle en vérifie la forme, le contenu et l'étendue.

³ Elle décide si des contraintes de dose liées à la source sont nécessaires et en fixe les valeurs dans l'autorisation.

Art. 26 Procédure simplifiée d'autorisation

¹ L'OFSP peut examiner dans le cadre de la procédure simplifiée les activités soumises à autorisation pour lesquelles le niveau de danger pour l'être humain et pour l'environnement est faible. Ceci concerne notamment:

- a. les applications médicales dans le domaine des faibles doses (art. 37, al. 1);
- b. l'exploitation d'installations munies d'une protection totale ou partielle;
- c. l'utilisation de sources radioactives scellées dont l'activité est inférieure à cent fois la limite d'autorisation.

² Dans le cadre de la procédure simplifiée, il contrôle seulement si la documentation jointe à la demande d'autorisation est complète et il en vérifie la forme.

Art. 27 Autorisation de type pour les sources de rayonnements

¹ L'OFSP peut délivrer une autorisation de type pour les sources de rayonnements qui présentent un niveau de danger particulièrement faible pour l'être humain et pour l'environnement, notamment lorsque:

- a. des mesures touchant la construction empêchent que des personnes soient exposées aux rayonnements ou contaminées de façon inadmissible;

- b. la livraison au centre fédéral de ramassage à titre de déchets radioactifs à l'issue de la durée d'utilisation, dans la mesure où elle est nécessaire, est assurée, et
 - c. le débit de dose ambiante à une distance de 10 cm de la surface ne dépasse pas 1 μ Sv/h.
- ² L'OFSP contrôle que la documentation jointe à la demande d'autorisation soit complète et il en vérifie la forme, le contenu et l'étendue.
- ³ Il soumet à un essai de type les sources de rayonnements prévues dans le cadre de l'autorisation de type. A cet effet, il peut faire appel à d'autres services.
- ⁴ Lors de l'octroi d'une autorisation de type, il détermine:
- a. les conditions auxquelles les sources radioactives peuvent être utilisées comme des substances inactives;
 - b. si et de quelle manière, à l'issue de la durée d'utilisation, les sources radioactives doivent être livrées au centre fédéral de ramassage à titre de déchets radioactifs;
 - c. si les sources de rayonnements doivent être munies d'une vignette définie par ses soins et la manière d'apposer celle-ci.

Art. 28 Limitation de la validité et notification

- ¹ L'autorité délivrant les autorisations limite à dix ans au maximum leur durée de validité.
- ² Elle communique sa décision au requérant, aux cantons concernés et à l'autorité de surveillance.

Art. 29 Manière de procéder en cas d'ambiguïtés concernant la compétence dans la procédure d'autorisation

- ¹ Lorsqu'une activité concerne les deux autorités délivrant les autorisations, les procédures peuvent être regroupées.
- ² L'autorité qui, sur la base de la documentation jointe à la demande, est principalement concernée, est considérée comme autorité directrice.
- ³ L'autorité directrice fixe la procédure en accord avec l'autre autorité.

Art. 30 Banque de données des autorisations

- ¹ L'OFSP gère une banque de données concernant les autorisations délivrées conformément à la présente ordonnance.
- ² La banque de données a pour but:
- a. de mettre à disposition les informations nécessaires à l'octroi des autorisations;
 - b. de simplifier les procédures administratives lors de l'octroi des autorisations;
 - c. de simplifier les activités de surveillance des autorités compétentes.

³ Les données suivantes concernant le titulaire de l'autorisation peuvent y être enregistrées:

- a. dans le cas d'une personne physique: noms, prénoms et noms antérieurs; dans le cas d'une personne morale: entreprise de la personne morale;
- b. adresse du domicile ou de l'entreprise;
- c. dans le cas d'une personne physique: fonction et titre académique;
- d. numéros de téléphone;
- e. adresses de communication électronique;
- f. catégorie d'entreprise;
- g. données visées à l'art.16 concernant les experts en radioprotection;
- h. numéro d'identification de l'entreprise (IDE).

⁴ Des données techniques concernant les sources de rayonnements peuvent être de surcroît enregistrées dans la banque de données.

⁵ Les autorisations individuelles d'accès suivantes sont applicables:

- a. les collaborateurs de la division Radioprotection de l'OFSP, de la division compétente de l'IFSN ainsi que du secteur Physique de la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (Suva) sont habilités à traiter les données conformément au règlement de traitement;
- b. les titulaires d'autorisation enregistrés sont habilités à consulter, au moyen d'une procédure d'appel, leurs autorisations ainsi que les données les concernant figurant dans la banque de données, et à y déposer des demandes de modification;
- c. Les responsables d'applications visant à la révision, l'entretien et la programmation obtiennent un accès aux données dans la mesure où cela est nécessaire à l'accomplissement de leur mission.

⁶ Les informations enregistrées sont effacées de la banque de données 100 années après le retrait ou l'extinction de l'autorisation.

Section 3 Devoirs incombant aux titulaires d'une autorisation

Art. 31 Devoirs touchant à l'organisation

¹ Le titulaire d'une autorisation doit attribuer à l'expert, en vue de l'accomplissement de ses tâches, les compétences nécessaires et lui mettre à disposition les moyens indispensables.

² Il doit en outre:

- a. établir pour son entreprise des directives sur les méthodes de travail et sur les mesures de protection à prendre, et surveiller leur application;
- b. fixer par écrit les attributions des différents supérieurs hiérarchiques et des experts ainsi que celles des personnes qui utilisent des sources de rayonnements.

³ Si le titulaire de l'autorisation fait intervenir, à titre de personnes professionnellement exposées aux radiations, du personnel d'entreprises prestataires de services ou d'autres entreprises, il doit attirer l'attention desdites entreprises sur les prescriptions applicables en matière de radioprotection.

Art. 32 Devoir d'information

Le titulaire d'une autorisation doit veiller à ce que toutes les personnes présentes dans l'entreprise soient dûment informées sur les dangers que l'utilisation des rayonnements ionisants peut présenter pour leur santé.

Art. 33 Obligation de notification

¹ Le titulaire d'une autorisation doit notifier à l'autorité de surveillance tous les changements ayant une incidence sur l'autorisation.

² Il doit notamment notifier les modifications suivantes avant de les entreprendre:

- a. les modifications de puissance de l'installation, des données architecturales, de celles liées à la construction et de la direction du faisceau (art. 35, al. 1, let. a, L RaP);
- b. le changement de l'expert en radioprotection (art. 32, al. 2, L RaP).

³ La perte ou le vol d'une source radioactive d'une activité supérieure à la limite d'autorisation doit être notifiée immédiatement à l'autorité de surveillance.

Chapitre 2 Exposition du public

Art. 34 Limites de dose applicables à l'exposition du public

¹ La dose efficace visée à l'annexe 4, ch. 1, ne doit pas dépasser la limite de 1 mSv par année civile.

² En outre, la dose équivalente visée à l'annexe 4, ch. 1, ne doit pas dépasser les limites suivantes:

- a. pour le cristallin: 15 mSv par année;
- b. pour la peau: 50 mSv par année.

Art. 35 Détermination des doses au voisinage des entreprises au bénéfice d'une autorisation de rejet de déchets radioactifs dans l'environnement

¹ L'autorité délivrant les autorisations peut exiger que les entreprises au bénéfice d'une autorisation de rejet de substances radioactives dans l'environnement conformément aux art. 122 à 128 déterminent annuellement la dose reçue par les membres du public les plus exposés aux substances rejetées par l'entreprise.

² Pour son domaine de surveillance, l'IFSN fixe dans une directive les modalités de détermination des doses de rayonnements.

³ Pour son domaine de surveillance, l'OFSP peut fixer des modalités analogues dans l'autorisation.

Art. 36 Limites d'immission

¹ Les concentrations de substances radioactives dans l'air aux endroits accessibles en dehors de l'enceinte des entreprises ne doivent pas dépasser en moyenne annuelle les limites d'immission dans l'air (LI_{air}) indiquées à l'annexe 7.

² Les concentrations de substances radioactives dans les eaux accessibles au public ne doivent pas dépasser en moyenne hebdomadaire les limites d'immission pour les eaux (LI_{eaux}) indiquées à l'annexe 7.

³ Le rayonnement externe en dehors de l'enceinte de l'entreprise ne doit pas conduire à des doses ambiantes supérieures à 5 mSv par année.

⁴ Il faut en outre garantir que les doses ambiantes dues au rayonnement externe dans les locaux d'habitation, de séjour et de travail demeurent basses de sorte qu'en tenant compte de la durée de séjour, elles ne puissent entraîner un dépassement d'une limite de dose pour l'exposition du public ou des contraintes de dose liées à la source.

Chapitre 3 Expositions médicales

Section 1 Domaines des doses en imagerie médicale

Art. 37

Les expositions médicales se situent:

- a. dans le domaine des faibles doses lorsqu'elles conduisent à une dose efficace délivrée au patient inférieure à 1 mSv; en font notamment partie les clichés dentaires, ceux du thorax et ceux des extrémités;
- b. dans le domaine des doses modérées lorsqu'elles conduisent à une dose efficace délivrée au patient, située entre 1 mSv et 5 mSv; en font notamment partie les examens de la colonne vertébrale, du bassin et de l'abdomen de même que certains examens tomodensitométriques comportant une seule phase;
- c. dans le domaine des doses élevées lorsqu'elles conduisent à une dose efficace délivrée au patient supérieure à 5 mSv; en font notamment partie la plupart des examens de tomodensitométrie et de médecine nucléaire ainsi que les actes de radiologie interventionnelle.

Section 2 Justification en médecine

Art. 38 Justification de base

Les expositions médicales sont considérées en principe comme justifiées, sous réserve des art. 39 et 40.

Art. 39 Justification de procédures diagnostiques ou thérapeutiques

¹ Préalablement à son application généralisée, une procédure diagnostique ou thérapeutique doit être justifiée.

² La justification des procédures diagnostiques ou thérapeutiques existantes doit faire l'objet d'un contrôle lorsque de nouvelles connaissances importantes sur leur efficacité ou leurs conséquences sont disponibles.

³ La Commission fédérale de protection contre les radiations (CPR) élabore, en collaboration avec les associations professionnelles et les organisations spécialisées, des recommandations concernant la justification des procédures visées aux al. 1 et 2 et les publie¹⁷.

Art. 40 Justification de l'application à un individu

¹ Chaque application doit être justifiée préalablement par le médecin qui la réalise, en tenant compte des objectifs de l'exposition et des caractéristiques individuelles du patient.

² Quiconque prescrit ou réalise des applications doit tenir compte des informations diagnostiques disponibles et du passé médical du patient, ceci afin d'éviter toute exposition inutile.

³ Les hôpitaux, les instituts de radiologie et les médecins prescripteurs doivent établir des directives de prescription et les appliquer. Ces directives doivent se baser sur les directives ou les recommandations nationales ou internationales.

⁴ Le médecin qui réalise une application doit au préalable la justifier, en tenant compte des objectifs de l'exposition et des caractéristiques de la personne concernée.

⁵ Dans le cas où une procédure diagnostique ou thérapeutique n'est pas justifiée au sens de l'art. 39, elle peut cependant, selon les circonstances, l'être en tant que procédure individuelle spécifique au patient. Ceci doit être justifié et documenté dans le cas d'espèce par le médecin qui la réalise.

Art. 41 Examens radiologiques de dépistage

¹ Un examen radiologique de dépistage est un examen radiologique effectué systématiquement sur un grand nombre de personnes sans indication individuelle. Les examens préventifs de médecine du travail n'entrent pas dans cette catégorie.

² Les examens radiologiques de dépistage ne sont autorisés que dans le cadre d'un programme. Ils doivent être organisés à l'initiative d'une autorité de santé publique.

³ Ils doivent satisfaire aux critères de qualité fixés par l'autorité sanitaire responsable du programme.

¹⁷ www.bag.admin.ch/ksr-cpr

Art. 42 Procédures d'imagerie appliquées à l'être humain à des fins non médicales

¹ Les activités qui sont associées à une exposition à des fins d'imagerie non médicale doivent préalablement faire l'objet d'une justification prenant en compte les objectifs poursuivis et les caractéristiques de la personne concernée.

² Les expositions dans les domaines des doses modérées ou élevées sont interdites dans le cas des examens d'aptitude.

³ Dans le cas d'une exposition à la demande d'une autorité de poursuite pénale, de sécurité ou douanière, la procédure d'imagerie doit être réalisée en utilisant la dose la plus faible possible permettant toutefois de répondre à la question posée. Dans le cas où l'exposition ne peut être réalisée dans les limites des faibles doses, ceci doit être justifié et documenté.

⁴ Lorsque des expositions sont réalisées de manière routinière pour des motifs de sécurité, les personnes examinées doivent avoir la possibilité de choisir une autre technique d'examen sans exposition aux radiations ionisantes.

Section 3 Optimisation en médecine**Art. 43** Optimisation des expositions médicales

¹ Lors des examens en radiologie diagnostique et interventionnelle ainsi qu'en médecine nucléaire, le titulaire de l'autorisation doit maintenir toutes les doses d'exposition au niveau le plus faible que le permet l'obtention de l'information recherchée.

² Lors de toutes les expositions thérapeutiques, il doit établir une planification dosimétrique individualisée du volume cible. Les doses appliquées aux organes à risque doivent être maintenues au niveau le plus faible possible, en prenant toutefois en compte le but radiothérapeutique visé.

³ La procédure d'optimisation visant la protection du patient comprend notamment:

- a. le choix de l'équipement approprié, y compris celui des logiciels;
- b. une démarche visant à assurer le maintien de la qualité de l'information diagnostique ou du succès thérapeutique;
- c. le respect des aspects pratiques de la procédure;
- d. l'assurance de qualité;
- e. l'enregistrement et l'évaluation de la dose au patient ou de l'activité administrée;
- f. l'utilisation de paramètres de réglage ou de radionucléides appropriés;
- g. l'utilisation de détecteurs sensibles, et
- h. l'utilisation, sur chaque installation médicale, des moyens nécessaires à la protection du patient.

⁴ La procédure d'optimisation ne doit pas conduire à une augmentation des doses pour le personnel.

⁵ Le DFI peut édicter des dispositions sur l'optimisation technique liées à la protection du patient.

Art. 44 Obligation de documentation

Le titulaire de l'autorisation doit documenter toutes les expositions thérapeutiques et diagnostiques dans les domaines des doses modérées et élevées et en mammographie de façon que l'on puisse déterminer après coup la dose de rayonnements reçue par le patient.

Art. 45 Enquête sur les doses de rayonnements d'origine médicale

¹ L'OFSP recense régulièrement, toutefois au moins tous les dix ans, les doses de rayonnements dues à l'exposition médicale de la population.

² Il peut exiger, de la part du titulaire de l'autorisation, la mise à disposition de données concernant les applications thérapeutiques, diagnostiques, interventionnelles et de médecine nucléaire. Cela concerne notamment:

- a. la date, la nature et la région anatomique concernée par l'application;
- b. les paramètres d'exposition;
- c. les valeurs de dose ou d'activité;
- d. les spécifications de l'installation;
- e. le sexe, l'âge, la taille et le poids du patient;
- f. le nombre d'applications réalisées, subdivisées selon la nature de l'examen et la région anatomique.

³ Il peut mandater des tiers pour l'établissement de statistiques. A cet effet, il leur transmet les données nécessaires.

Art. 46 Niveaux de référence diagnostiques

¹ L'OFSP publie des recommandations, sous la forme de niveaux de référence diagnostiques, concernant la dose de rayonnements lors des examens diagnostiques, interventionnels et de médecine nucléaire.

² A cet effet, il effectue des enquêtes nationales concernant les données collectées selon l'art. 45, al. 2, prend en compte les recommandations internationales et publie les résultats.

³ Le titulaire de l'autorisation doit régulièrement analyser sa pratique et justifier les écarts par rapport aux niveaux de référence diagnostiques.

Art. 47 Engagement de médecins

¹ Lors d'expositions médicales, le titulaire de l'autorisation doit faire appel à un médecin. L'étendue de l'engagement de celui-ci dépendra du risque radiologique de l'application. Les règles suivantes s'appliquent:

- a. le physicien médical doit collaborer étroitement lors des applications radiothérapeutiques; en sont exceptés les traitements standardisés en médecine nucléaire;
- b. le physicien médical doit être impliqué lors des applications standardisées en médecine nucléaire et en tomodesitométrie, lors des applications de radiologie interventionnelle de même que lors des radioscopies dans le domaine des doses modérées;
- c. le physicien médical doit être impliqué à la demande de l'autorité de surveillance lors des applications complexes au niveau technologique ou lors de l'utilisation de nouvelles techniques d'examen dans les domaines des doses modérées et faibles.

² Le DFI fixe l'étendue de l'engagement du physicien médical dans les domaines spécifiques d'application.

Art. 48 Personnes soignantes à titre non professionnel

¹ Le titulaire de l'autorisation doit veiller à ce que les personnes qui participent à titre non professionnel à l'assistance et aux soins de patients soient informées sur leur exposition et sur les risques associés.

² Une contrainte de 5 mSv en dose efficace par année est applicable aux personnes soignantes à titre non professionnel.

³ Lorsqu'un dépassement de la contrainte de dose est constaté, le titulaire de l'autorisation doit en informer la personne concernée.

⁴ Le DFI peut fixer des contraintes de dose spécifiques pour des procédures médicales particulières.

Section 4 Patients

Art. 49 Information et consentement du patient

Les patients doivent être informés sur les risques et les bénéfices de leur exposition médicale.

Art. 50 Pédiatrie

L'exposition d'enfants à des fins médicales doit être réalisée en utilisant des paramètres d'exposition optimisés pour ce groupe de patients. A cet effet, il faut notamment tenir compte de:

- a. la constitution de l'enfant;
- b. sa sensibilité aux rayonnements;
- c. la possibilité d'utiliser des accessoires techniques particuliers.

Art. 51 Patientes enceintes ou allaitantes

¹ Lors d'expositions dans les domaines des doses modérées ou élevées de même que lors des expositions thérapeutiques, le médecin qui réalise l'application doit vérifier si la patiente est enceinte.

² En cas de grossesse ou lorsque celle-ci ne peut être exclue, il convient, dans le cadre de la justification, d'examiner avec soin cet élément au regard de la nécessité de l'exposition. Lors de l'optimisation, il faut prendre en compte la dose délivrée à l'enfant à naître aussi bien que celle délivrée à la mère.

³ Si l'utérus de la patiente enceinte est situé dans la région examinée, la dose à l'utérus doit être documentée.

⁴ Lors d'expositions en médecine nucléaire, les femmes qui allaitent doivent être informées de la nécessité d'une éventuelle interruption de l'allaitement associée à la contamination du lait maternel et de la durée de cette interruption.

Section 5 Audits cliniques en médecine humaine**Art. 52** Audits cliniques

¹ Le but des audits cliniques est de garantir que les expositions médicales sont justifiées et optimisées et que la qualité et les résultats des soins donnés aux patients s'améliorent de façon continue.

² Les audits cliniques comprennent la vérification systématique des procédures concernant le patient et le personnel lors des applications radiologiques en diagnostic et en thérapie avec des rayonnements ionisants.

³ Ils doivent être réalisés pour les applications médicales de rayonnements suivantes:

- a. en tomodensitométrie;
- b. en médecine nucléaire;
- c. en radiooncologie;
- d. lors de procédures diagnostiques ou thérapeutiques interventionnelles assistées par radioscopie.

⁴ L'OFSP peut faire effectuer tous les cinq ans un audit clinique auprès du titulaire de l'autorisation.

Art. 53 Coordination et réalisation

¹ L'OFSP peut mandater des tiers pour la coordination et la réalisation des audits cliniques.

² Ces personnes sont des experts issus de différentes institutions et sociétés professionnelles.

³ L'OFSP met à disposition des tiers mandatés les données nécessaires concernant les titulaires d'autorisation audités.

⁴ Si les tiers mandatés constatent lors de l'évaluation des audits des écarts importants par rapport aux standards retenus, ils en informent l'OFSP.

Art. 54 Auditeurs: exigences et missions

¹ Les auditeurs doivent:

- a. disposer d'une longue expérience professionnelle dans leur spécialité;
- b. être indépendants des titulaires d'autorisation audités.

² Ils réalisent les audits et comparent leurs résultats avec les directives nationales et internationales concernant la bonne pratique.

Art. 55 Autoévaluation et manuel de qualité des titulaires d'une autorisation

¹ Les titulaires d'une autorisation effectuent chaque année une autoévaluation de leurs procédures.

² Ils présentent leur manuel de qualité aux auditeurs.

³ Le manuel de qualité doit contenir au moins une description détaillée des aspects suivants:

- a. les compétences et les responsabilités;
- b. le parc des installations pour les examens et les traitements;
- c. la formation du personnel;
- d. les recommandations aux médecins prescripteurs concernant les requêtes d'applications médicales de rayonnements ionisants ou concernant l'adressage des patients;
- e. les mesures en vue du respect de l'art. 40, al. 4;
- f. les protocoles de diagnostic et de traitement et les informations données aux patients;
- g. la documentation des doses de rayonnements (art. 44);
- h. l'établissement du diagnostic et sa communication ainsi que l'enregistrement des données et leur transfert;
- i. l'assurance de qualité;
- j. l'autoévaluation.

⁴ Si l'on ne peut pas garantir à l'intérieur de l'entreprise le respect de l'exigence de l'al. 3, let. e, le médecin qui réalise l'examen ou le traitement doit:

- a. porter à la connaissance du médecin prescripteur les directives applicables;
- b. s'assurer que le médecin prescripteur respecte les directives, et
- c. documenter dans le manuel de qualité le respect de l'exigence fixée à la let. b.

Section 6 Recherche sur l'être humain

Art. 56 Autorisations

¹ La réalisation de projets de recherche impliquant l'application de sources de rayonnements à l'être humain est soumise à autorisation selon l'art. 45 de la loi du 30 septembre 2011 relative à la recherche sur l'être humain¹⁸.

² Pour la réalisation d'essais cliniques portant sur des produits thérapeutiques qui peuvent émettre des rayonnements ionisants, une autorisation conformément à l'art. 54 de la loi du 15 décembre 2000 sur les produits thérapeutiques (LPTh)¹⁹ est aussi exigée.

Art. 57 Contraintes et calcul de dose

¹ Pour les projets de recherche sans bénéfice direct escompté pour les participants, une contrainte de dose efficace de 5 mSv par an s'applique.

² La contrainte de dose efficace visée à l'al. 1 peut exceptionnellement aller jusqu'à 20 mSv par an, en tenant compte de l'âge, de la capacité de reproduction ou de l'état de santé, dans la mesure où cela s'avère absolument nécessaire pour des raisons méthodologiques.

³ Pour les procédures combinées, toutes les sources de rayonnement sont à prendre en compte lors du calcul ou de l'estimation de la dose reçue par les participants.

⁴ Le facteur d'incertitude doit être pris en compte lors du calcul ou de l'estimation de la dose.

Section 7 Produits radiopharmaceutiques

Art. 58 Mise sur le marché et administration

¹ Pour la mise sur le marché et l'administration à l'homme des produits radiopharmaceutiques, les dispositions de la LPTh s'appliquent. Ces produits doivent notamment, avant leur mise sur le marché, être autorisés par l'Institut suisse des produits thérapeutiques.

² L'assentiment de l'OFSP est nécessaire pour:

- a. les autorisations de mise sur le marché de produits radiopharmaceutiques conformément à l'art. 9, al. 1, LPTh;
- b. les procédures simplifiées d'autorisation de mise sur le marché de produits radiopharmaceutiques conformément à l'art. 14, al. 1, let. d, LPTh;
- c. les autorisations à durée limitée de mise sur le marché de produits radiopharmaceutiques conformément à l'art. 9, al. 4, LPTh.

¹⁸ RS 810.30

¹⁹ RS 812.21

³ L'OFSP donne son assentiment pour l'utilisation de produits radiopharmaceutiques en prenant en considération le respect des aspects de radioprotection et en se basant sur les informations contenues dans le dossier joint à la demande de mise sur le marché ainsi que sur l'appréciation et la justification données par la Commission des produits radiopharmaceutiques.

⁴ Les produits radiopharmaceutiques doivent être désignés comme tels. Leur étiquetage doit au moins contenir les indications suivantes:

- a. la désignation de la préparation;
- b. le signe de danger selon l'annexe 8;
- c. les radionucléides (produits principaux et impuretés), leurs formes chimiques et leurs activités à une date donnée;
- d. les autres formes chimiques des radionucléides encore présentes;
- e. les substances non radioactives ajoutées;
- f. la date à partir de laquelle et jusqu'à laquelle les produits radiopharmaceutiques peuvent être utilisés.

Art. 59 Synthèse, préparation et contrôle de qualité

¹ Celui qui synthétise des produits radiopharmaceutiques, les prépare ou en administre à l'être humain doit effectuer des contrôles de qualité.

² L'OFSP peut prélever en tout temps des échantillons pour déterminer si les conditions visées à l'art. 58 sont encore remplies. A cet effet, il peut faire appel à des laboratoires spécialisés.

³ Le DFI fixe les modalités concernant la préparation et la synthèse ainsi que les contrôles de qualité des produits radiopharmaceutiques. A cet effet, il tient compte des directives nationales et internationales, notamment des directives cGRPR²⁰ de mars 2007 de l'EANM²¹.

Art. 60 Commission des produits radiopharmaceutiques

¹ La Commission des produits radiopharmaceutiques (COPR) est une commission consultative permanente au sens de l'art. 8a, al. 2, de l'ordonnance du 25 novembre 1998 sur l'organisation du gouvernement et de l'administration (OLOGA)²².

² Elle conseille l'Institut suisse des produits thérapeutiques et l'OFSP en matière de radiopharmacie. Elle établit des expertises concernant:

- a. les demandes d'admission de produits radiopharmaceutiques;
- b. les problèmes liés à la sécurité en rapport avec des produits radiopharmaceutiques.

²⁰ Guidelines on current Good Radiopharmacy Practice in the Production of Radiopharmaceuticals, version 2 de mars 2007.

²¹ European Association of Nuclear Medicine. Les directives de l'EANM citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement sur le site Internet de l'EANM www.eanm.org.

²² RS 172.010.1

³ La COPR est composée d'experts scientifiques en médecine nucléaire, en pharmacie, en chimie et en radioprotection.

⁴ Le Conseil fédéral nomme le président, le vice-président et les autres membres de la COPR sur proposition du DFI.

⁵ L'OFSP et l'Institut suisse des produits thérapeutiques peuvent proposer des remplaçants ou des nouveaux membres au DFI.

Section 8 Événement radiologique médical

Art. 61 Définition

Un événement radiologique médical est un événement imprévu, une action inconsidérée ou non conforme avec ou sans conséquences effectives, qui a conduit ou aurait pu conduire, à cause de défaillances du programme d'assurance de qualité, de dysfonctionnements techniques ou de comportements fautifs de personnes, à l'exposition non intentionnelle de patients.

Art. 62 Obligations

¹ Le titulaire de l'autorisation doit tenir un registre des événements radiologiques médicaux.

² Il doit analyser régulièrement, dans le cadre d'un groupe de travail interdisciplinaire, les événements radiologiques médicaux qui sont survenus et prendre les mesures opérationnelles afin d'éviter des événements de même nature.

³ Il doit notifier dans les 30 jours à l'autorité de surveillance les événements radiologiques médicaux suivants:

- a. les expositions imprévues qui, de manière potentielle ou réelle, ont causé ou auraient pu causer chez un patient un dommage modéré à un organe, une atteinte fonctionnelle modérée ou des dommages sévères;
- b. les échanges involontaires de patients ou d'organes lors des expositions thérapeutiques ou diagnostiques dans le domaine des doses élevées;
- c. les expositions imprévues au cours desquelles le patient a reçu une dose efficace supérieure à 100 mSv.

⁴ Lors des événements radiologiques médicaux visés à l'al. 3, une enquête et un rapport sont réalisés conformément à l'art. 142.

Chapitre 4 Expositions professionnelles

Section 1 Personnes professionnellement exposées aux radiations

Art. 63 Définition et principes

¹ Sont considérées comme professionnellement exposées aux radiations les personnes qui:

- a. peuvent dépasser, dans le cadre de leur activité professionnelle ou de leur formation, une limite de dose applicable à l'exposition du public indiquée à l'art. 34;
- b. séjournent au moins une fois par semaine en secteur contrôlé tel que décrit à l'art. 91, al. 2 pour leur travail ou leur formation;
- c. séjournent au moins une fois par semaine dans des secteurs surveillés tels que décrits à l'art. 97 pour leur travail ou leur formation et peuvent dans ce cadre être soumis à un débit de dose ambiante élevé, ou
- d. sont soumises à leur poste de travail à une concentration intégrée mensuelle de gaz radon supérieure à 170 kBq/m³.

² Le titulaire de l'autorisation ou, dans le cas du personnel navigant, l'exploitant de la compagnie aérienne désigne les personnes exposées aux rayonnements dans l'entreprise.

³ Il informe régulièrement les personnes professionnellement exposées aux radiations dans leur entreprise au sujet:

- a. des doses de rayonnements qu'elles doivent s'attendre à recevoir en accomplissant leur activité;
- b. des limites de dose qui leur sont applicables;
- c. des dangers pour la santé que leur activité comporte;
- d. des mesures de base en radioprotection qu'elles doivent observer durant leur activité;
- e. des risques d'une exposition pour les enfants à naître.

Art. 64 Catégories

¹ L'autorité délivrant les autorisations répartit les personnes professionnellement exposées aux radiations en deux catégories (A et B) en vue de leur surveillance.

² Font partie de la catégorie A les personnes:

- a. qui peuvent accumuler annuellement les doses suivantes dans le cadre de leur activité professionnelle:
 1. une dose efficace supérieure à 6 mSv,
 2. une dose équivalente au cristallin supérieure à 15 mSv, ou
 3. une dose équivalente à la peau, aux mains ou aux pieds supérieure à 150 mSv.
- b. qui sont soumises à leur poste de travail à une concentration intégrée mensuelle de gaz radon supérieure à 170 kBq/m³.

³ Font partie de la catégorie B toutes les personnes professionnellement exposées aux radiations qui n'appartiennent pas à la catégorie A.

⁴ Les activités comportant un risque négligeable d'accumuler une des doses indiquées à l'al. 2, let. a, peuvent être réalisées par des personnes appartenant à la catégorie B. En font partie notamment:

- a. les activités liées à l'exploitation d'installations à rayons X dans les cabinets de médecins, de médecins-dentistes et de médecins-vétérinaires à l'exception du domaine des doses élevées;
- b. l'activité en tant que personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

⁵ Si le requérant ou le titulaire d'une autorisation peut apporter la preuve qu'une activité peut être réalisée par une personne appartenant à la catégorie B, il peut solliciter de la part de l'autorité de surveillance une classification de ces personnes en catégorie B.

Art. 65 Personnes jeunes et femmes enceintes ou allaitantes

¹ Il n'est pas permis d'exposer professionnellement aux radiations les personnes qui ont moins de 16 ans.

² Les limites de dose spécifiques fixées à l'art. 69 sont applicables aux jeunes de plus de 16 ans et aux femmes enceintes.

³ Depuis le moment où la grossesse est connue jusqu'à son terme, l'exposition aux rayonnements de la femme enceinte doit être déterminée chaque mois.

⁴ Le DFI fixe pour quelles activités les femmes enceintes doivent être munies d'un dosimètre individuel actif supplémentaire.

⁵ Les femmes enceintes doivent à leur demande être dispensées des activités suivantes:

- a. du service de vol;
- b. de travaux avec des substances radioactives qui présentent un danger d'incorporation ou de contamination;
- c. de travaux qui ne sont autorisés qu'aux personnes professionnellement exposées aux radiations appartenant à la catégorie A.

⁶ Les femmes qui allaitent ne doivent pas accomplir de travaux avec des substances radioactives qui présentent un danger d'incorporation ou de contamination.

Art. 66 Personnel navigant

L'exposition aux rayonnements du personnel navigant professionnellement exposé aux radiations doit être optimisée lors de l'établissement des programmes de travail.

Art. 67 Prévention en matière de médecine du travail

¹ Les employés professionnellement exposés aux radiations sont soumis à la prévention en matière de médecine du travail conformément aux art. 70 à 89 de l'ordonnance du 19 décembre 1983 sur la prévention des accidents (OPA)²³.

² La Suva détermine les modalités des mesures médicales et la fréquence des contrôles pour les indépendants professionnellement exposés aux radiations.

Section 2 Limitation des doses

Art. 68 Limites de dose

¹ La dose efficace reçue par les personnes professionnellement exposées aux radiations ne doit pas dépasser la limite de 20 mSv par année civile.

² Exceptionnellement, et avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, ces personnes peuvent recevoir une dose efficace ne dépassant pas 50 mSv par année civile, pour autant que la dose cumulée au cours des cinq dernières années, y compris l'année en cours, soit inférieure à 100 mSv.

³ Les limites de dose équivalentes suivantes s'appliquent à ces personnes:

- a. pour le cristallin: 20 mSv par année civile ou 100 mSv pour la somme des doses sur une période de 5 années consécutives, pour autant que la dose de 50 mSv ne soit pas dépassée durant une année;
- b. pour la peau, les mains et les pieds: 500 mSv par année civile.

⁴ Les personnes professionnellement exposées aux radiations dans une entreprise étrangère ne doivent pas accumuler plus de 20 mSv en Suisse, déduction faite de la dose déjà reçue durant l'année civile en cours.

Art. 69 Limite de dose pour les personnes jeunes et les femmes enceintes

¹ Pour les personnes âgées de 16 à 18 ans, la dose efficace ne doit pas dépasser la limite de 6 mSv par année civile.

² Les femmes enceintes ne peuvent être engagées comme personnes professionnellement exposées aux radiations que s'il est garanti que depuis le moment où la grossesse est connue jusqu'à son terme la dose efficace de 1 mSv n'est pas dépassée.

Art. 70 Mesures à prendre en cas de dépassement d'une limite de dose

¹ Lorsqu'une personne professionnellement exposée aux radiations reçoit une dose supérieure à la limite visée à l'art. 68, al. 1 ou 3, et à l'art. 69, elle ne doit pas accumuler, pendant le reste de l'année civile:

- a. une dose efficace supérieure à 1 mSv;
- b. une dose équivalente au cristallin supérieure à 2 mSv et une dose équivalente à la peau, aux mains et aux pieds supérieure à 50 mSv.

² En cas de dépassement de la limite de dose visée à l'art. 69, al. 2, les femmes enceintes ne doivent plus intervenir dans un secteur contrôlé durant le déroulement de leur grossesse.

³ L'assentiment de l'autorité de surveillance selon l'art. 68, al. 2, est réservé.

Art. 71 Contrôle médical après un dépassement d'une limite de dose

¹ Lorsque la dose reçue par une personne dépasse une des limites de dose visées aux art. 68 ou 69, l'autorité de surveillance décide si celle-ci doit être placée sous contrôle médical.

² Le médecin communique le résultat de son examen à la personne concernée, à son employeur et à l'autorité de surveillance avec une proposition quant aux mesures à prendre. Il informe la Suva lorsqu'il s'agit d'un employé.

³ Le médecin communique à l'autorité de surveillance et à la Suva:

- a. les données relatives aux dommages précoces constatés;
- b. les données relatives aux maladies ou aux prédispositions particulières qui motivent une décision prononçant l'inaptitude de la personne;
- c. les données relatives à la dosimétrie biologique.

⁴ La Suva conserve ces données durant 100 ans.

⁵ Pour les personnes qui ne sont pas sous contrat de travail, l'autorité de surveillance prend les mesures nécessaires. Elle peut décréter une exclusion temporaire ou définitive de travaux effectués en tant que personne professionnellement exposée aux radiations.

Art. 72 Contraintes de dose

¹ Dans le but d'optimiser la radioprotection, le titulaire de l'autorisation ou, pour le personnel navigant, l'exploitant de la compagnie aérienne fixe des contraintes de dose pour les personnes professionnellement exposées aux radiations.

² Le principe de l'optimisation est considéré comme respecté dans le cas des activités qui ne délivrent pas une dose efficace supérieure à 100 µSv par année aux personnes professionnellement exposées aux radiations.

³ En cas de dépassement de la contrainte de dose, les méthodes de travail doivent être examinées et la radioprotection améliorée.

Section 3 Détermination de la dose de rayonnements (dosimétrie)

Art. 73 Dosimétrie des personnes professionnellement exposées aux radiations appartenant à la catégorie A

¹ La dose reçue par les personnes professionnellement exposées aux radiations appartenant à la catégorie A doit être déterminée pour chacune individuellement et conformément à l'annexe 4 (dosimétrie individuelle).

² La dose due à une irradiation externe doit être déterminée mensuellement.

³ L'autorité de surveillance peut permettre des exceptions aux al. 1 et 2 lorsque l'on dispose d'un système dosimétrique supplémentaire ou d'un autre système approprié de surveillance de la dose.

⁴ Le DFI, en accord avec l'IFSN, fixe de quelle façon et à quels intervalles la contamination interne doit être déterminée. Pour ce faire, il tient compte des conditions de travail et du type des radionucléides utilisés.

⁵ Il fixe, en accord avec l'IFSN, les cas où un second système dosimétrique indépendant et remplissant une fonction supplémentaire doit être utilisé.

Art. 74 Dosimétrie des personnes professionnellement exposées aux radiations appartenant à la catégorie B

¹ La dose reçue par les personnes professionnellement exposées aux radiations appartenant à la catégorie B doit être déterminée pour chacune individuellement et conformément à l'annexe 4 (dosimétrie individuelle).

² La dose due à une irradiation externe doit être déterminée au moins chaque trimestre. L'art. 65, al. 3, est réservé.

³ L'autorité de surveillance peut permettre des exceptions aux al. 1 et 2:

- a. lorsque l'on dispose d'un autre système approprié de surveillance de la dose;
- b. lorsque l'on ne dispose d'aucun système approprié de surveillance de la dose, mais qu'en échange les mesures de protection sont renforcées.

Art. 75 Détermination de la dose de rayonnements par calcul

¹ Dans le cas du personnel navigant, une détermination de la dose de rayonnements par calcul peut être effectuée par l'exploitant de la compagnie aérienne lui-même.

² Dans les autres cas où une dosimétrie individuelle n'est pas appropriée, l'assentiment de l'autorité de surveillance est nécessaire pour la détermination, par le titulaire de l'autorisation, de la dose de rayonnements par calcul.

³ Le DFI, en accord avec l'IFSN, édicte des dispositions pour le calcul des doses de rayonnements.

Art. 76 Seuil de notification par période de surveillance

¹ Les seuils suivants de notification par période de surveillance sont applicables aux personnes professionnellement exposées aux radiations dans les entreprises possédant une autorisation délivrée par l'OFSP:

- a. 2 mSv pour la dose efficace;
- b. 2 mSv pour la dose équivalente au cristallin, ou
- c. 10 mSv pour la dose équivalente à la peau ou aux extrémités.

² Les obligations de déclaration fixées aux art. 78, let. c, et 83, let. c, sont applicables dès l'atteinte du seuil de notification.

³ L'IFSN régleme dans une directive les déclarations relatives aux doses reçues par les personnes professionnellement exposées aux radiations dans les installations nucléaires.

Art. 77 Devoirs incombant aux titulaires d'autorisation et aux exploitants de compagnies aériennes

¹ Les titulaires d'autorisation et, dans le cas du personnel navigant, les exploitants de compagnies aériennes doivent charger un service de dosimétrie individuelle agréé de mesurer la dose reçue par toutes les personnes de l'entreprise qui sont professionnellement exposées aux radiations. Ils peuvent effectuer eux-mêmes la détermination par calcul des doses conformément à l'art. 75 ou les mesures de tri pour déceler une contamination interne.

² Ils assument les frais liés à la dosimétrie.

³ Ils sont tenus:

- a. d'informer les personnes concernées sur les résultats de la dosimétrie;
- b. de leur remettre un récapitulatif écrit de toutes les doses:
 1. une fois leur contrat de travail terminé,
 2. avant leur engagement dans une autre entreprise;
- c. de fournir à la Suva les données touchant l'exploitation, le personnel et la dosimétrie nécessaires à la prévention en matière de médecine du travail;
- d. en cas de dépassement d'un seuil de notification visé à l'art. 90, de remettre à l'autorité de surveillance, à sa demande, une explication sur l'origine de la dose; l'explication doit être remise par écrit dans un délai de deux semaines;
- e. de déclarer au service de dosimétrie individuelle qu'il a mandaté les informations indiquées à l'art. 87, al. 1, pour toutes les personnes professionnellement exposées aux radiations dans leur entreprise; font exception les données visées à l'art. 87, al. 1, let. f;
- f. de déclarer au registre dosimétrique central les doses accumulées par les personnes professionnellement exposées aux radiations lors d'engagements à l'étranger et qui n'ont pas été mesurées par un service suisse de dosimétrie individuelle; cette déclaration doit être effectuée dans le mois qui suit l'engagement et sous une forme prescrite par l'OFSP.

Art. 78 Obligations des titulaires d'une autorisation et des exploitants de compagnies aériennes lors de la détermination de la dose de rayonnements par calcul

Les titulaires d'une autorisation ou, dans le cas du personnel navigant, les exploitants des compagnies aériennes sont tenus, dans le cas où la dose de rayonnements a été déterminée dans l'entreprise par calcul conformément à l'art. 75:

- a. de déclarer les informations indiquées à l'art. 87 au registre dosimétrique central (art. 86);
- b. de déclarer les doses de rayonnements déterminées par calcul au registre dosimétrique central dans un délai fixé par l'OFSP et sous une forme prescrite par lui;
- c. de déclarer à l'autorité de surveillance, au plus tard 10 jours après le calcul de la dose, que le seuil de notification visé à l'art. 76 a été dépassé;
- d. de déclarer à l'autorité de surveillance, dans le délai d'un jour ouvrable, qu'un dépassement d'une limite de dose est suspecté et d'en informer la Suva quand il s'agit d'un employé.

Art. 79 Dispositions techniques

¹ En accord avec l'IFSN et après avoir consulté le METAS, le DFI édicte des dispositions techniques concernant la dosimétrie individuelle et celle de l'environnement.

² Les dispositions techniques porteront notamment sur les éléments suivants:

- a. les exigences minimales auxquelles doivent satisfaire les systèmes de mesure;
- b. les exigences minimales quant à la précision des mesures dans l'exploitation de routine et lors de mesures d'intercomparaison;
- c. les modèles standard de calcul des doses de rayonnements;
- d. le format des déclarations.

Section 4 Services de dosimétrie individuelle

Art. 80 Conditions d'agrément

¹ Un service de dosimétrie individuelle doit être agréé.

² L'agrément est accordé si les conditions suivantes sont remplies:

- a. le service de dosimétrie individuelle a son siège en Suisse et dispose d'une organisation appropriée et de personnel en nombre suffisant;
- b. il dispose de suffisamment de personnel possédant des connaissances pratiques dans la technique de mesure utilisée et en radioprotection;
- c. il justifie vis-à-vis de l'autorité qui accorde l'agrément d'un programme d'assurance de qualité et l'applique;
- d. le système de mesure est conforme à l'état de la technique et rattaché à des étalons adéquats grâce à la réalisation de mesures d'intercomparaison en continu;
- e. il offre la garantie d'un parfait accomplissement des tâches; dans la réalisation de son activité, le personnel n'est notamment soumis à aucune influence pouvant conduire à un conflit d'intérêts.

³ Lorsqu'un service de dosimétrie individuelle est accrédité pour cette activité, les conditions fixées à l'al. 2, let. a, ainsi que c à e, sont réputées remplies.

Art. 81 Procédure et validité de l'agrément

¹ L'autorité habilitée à agréer constate, par une inspection et un contrôle technique, si le service de dosimétrie individuelle remplit les conditions relatives à l'agrément. Elle peut confier cette tâche à des tiers.

² L'agrément est valable cinq ans au maximum.

Art. 82 Autorités habilitées à agréer

¹ Sont habilités à agréer les services de dosimétrie individuelle:

- a. l'OFSP, lorsqu'un service de dosimétrie individuelle veut exercer la totalité ou la plus grande partie de son activité dans le domaine de surveillance de l'OFSP ou dans celui de la Suva;

- b. l'IFSN, lorsqu'un service de dosimétrie individuelle veut exercer la totalité ou la plus grande partie de son activité dans le domaine de surveillance de l'IFSN.

² Lorsqu'un service de dosimétrie individuelle exerce son activité dans différents domaines de surveillance, les autorités habilitées à agréer décident laquelle d'entre elles est compétente pour l'agrément.

³ Les autorités habilitées à agréer n'ont pas le droit d'exploiter un service de dosimétrie individuelle.

Art. 83 Obligations de notification du service de dosimétrie individuelle

Les obligations de notification du service de dosimétrie individuelle sont les suivantes:

- a. il notifie les données visées à l'art. 87 dans un délai d'un mois suivant la période de surveillance:
 - 1. au titulaire de l'autorisation,
 - 2. dans le cas du personnel navigant, à l'exploitant de la compagnie aérienne,
 - 3. au registre dosimétrique central (art.86) sous une forme prescrite par l'OFSP,
 - 4. à l'IFSN également lorsqu'il s'agit de données relevant de son domaine de surveillance.
- b. Si la dose efficace correspondant à la période de surveillance excède le seuil de notification indiqué à l'art. 76, le service de dosimétrie individuelle est tenu de le notifier au titulaire de l'autorisation et à l'autorité de surveillance au plus tard dix jours ouvrables après réception du dosimètre.
- c. Lorsqu'un dépassement d'une limite de dose est suspecté, le service de dosimétrie individuelle notifie le résultat au titulaire de l'autorisation ou, dans le cas du personnel navigant, à l'exploitant de la compagnie aérienne et à l'autorité de surveillance dans un délai d'un jour ouvrable. Il informe également la Suva lorsqu'il s'agit d'un employé.
- d. L'IFSN édicte une directive concernant les notifications par les services de dosimétrie individuelle qu'il a reconnus.

Art. 84 Autres devoirs incombant au service de dosimétrie individuelle

¹ Le service de dosimétrie individuelle est tenu de conserver durant deux ans, après les avoir transmises au registre dosimétrique central, les valeurs des doses et l'identité des personnes qui les ont reçues, ainsi que toutes les données brutes nécessaires au calcul ultérieur des doses à notifier.

² Il est tenu de participer, à ses propres frais, à des mesures d'intercomparaison selon les directives données par l'autorité habilitée à agréer.

³ Si un service de dosimétrie individuelle veut cesser son activité, il est tenu d'en aviser au moins six mois à l'avance l'autorité qui délivre l'agrément, ses mandants et leurs autorités de surveillance.

⁴ Le service de dosimétrie individuelle qui cesse son activité remet les données d'archives qui sont en sa possession aux nouveaux services de dosimétrie individuelle désignés par les mandants.

⁵ Dans les situations extraordinaires, l'autorité qui délivre l'agrément fixe la procédure.

⁶ Lorsqu'un mandant résilie son contrat avec un service de dosimétrie individuelle, ce dernier doit rendre le mandant attentif à ses obligations en tant que titulaire d'une autorisation selon l'art. 77 et informer l'autorité de surveillance de la résiliation.

Art. 85 Obligation de garder le secret et protection des données

Le service de dosimétrie individuelle peut communiquer l'identité et les doses d'une personne dont il assure la dosimétrie uniquement:

- a. à la personne elle-même;
- b. au titulaire de l'autorisation;
- c. pour le personnel navigant, à l'exploitant de la compagnie aérienne;
- d. à l'autorité de surveillance;
- e. à l'autorité délivrant l'autorisation;
- f. au registre dosimétrique central.

Section 5 Registre dosimétrique central

Art. 86 Autorité responsable, but, réglementation

¹ L'OFSP tient un registre dosimétrique central.

² Le registre dosimétrique central a pour but:

- a. de permettre aux autorités de surveillance de contrôler en tout temps les doses accumulées par intervalle de surveillance de chaque personne professionnellement exposée en Suisse;
- b. de déterminer la dose accumulée par les personnes professionnellement exposées aux radiations tout au long de leur activité et de clarifier les éventuelles prétentions d'assurances;
- c. de permettre de faire des analyses statistiques ou d'évaluer l'efficacité des dispositions de la présente ordonnance;
- d. d'assurer la conservation des données.

Art. 87 Données traitées

¹ Les données ci-après concernant les personnes professionnellement exposées aux radiations sont consignées dans le registre dosimétrique central:

- a. noms, prénoms et noms antérieurs;
- b. date de naissance;

- c. numéro d'assurance sociale;
- d. sexe;
- e. nom, adresse et numéro d'identification de l'entreprise (IDE);
- f. valeurs des doses accumulées en Suisse et à l'étranger;
- g. groupe professionnel;
- h. activité;
- i. catégorie (A ou B).

² Dans le cas de personnes travaillant pour une période transitoire en Suisse, on enregistre les doses accumulées en Suisse.

Art. 88 Droits d'accès

Ont un accès direct, au moyen d'une procédure d'appel, aux données du registre dosimétrique central:

- a. les collaborateurs de la division Radioprotection de l'OFSP;
- b. le service de médecine du travail de la Suva;
- c. les autorités de surveillance, aux données relevant de leur domaine de surveillance;
- d. l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC), aux données du personnel navigant.

Art. 89 Conservation et publication des données

¹ L'OFSP conserve pendant 100 ans toutes les données consignées dans le registre dosimétrique central.

² Les autorités de surveillance élaborent un rapport annuel sur les résultats de la dosimétrie individuelle.

³ L'OFSP publie le rapport.

Art. 90 Utilisation à des fins de recherche

¹ L'OFSP peut utiliser les données personnelles consignées dans le registre dosimétrique central à des fins de recherche sur les effets des rayonnements et la radioprotection ou les mettre à disposition de tiers à cette fin. Les dispositions de la loi du 30 septembre 2011 relative à la recherche sur l'être humain²⁴ sont applicables.

² Il fournit les données personnelles uniquement sous une forme anonyme.

²⁴ RS 810.30

Chapitre 5 Sources et installations

Section 1 Secteurs

Art. 91 Principes

¹ Le titulaire de l'autorisation établit des secteurs contrôlés et surveillés pour la limitation et le contrôle de l'exposition aux rayonnements.

² Les secteurs contrôlés sont des secteurs dans lesquels des mesures de protection et de sécurité doivent être prises pour déterminer et limiter l'exposition aux rayonnements afin de pouvoir empêcher les expositions par inhalation, incorporation, irradiation externe ou dispersion d'une contamination.

³ Les secteurs surveillés sont des secteurs dans lesquels seules les personnes professionnellement exposées aux radiations peuvent séjourner en cas d'augmentation du débit de dose ambiante.

⁴ Les travaux avec des sources radioactives non scellées dont l'activité excède la limite d'autorisation doivent être exécutés dans des secteurs contrôlés équipés conformément à l'art. 95.

⁵ L'autorité de surveillance peut exiger une répartition en zones selon l'art. 96 pour les locaux et les endroits situés à l'intérieur des secteurs contrôlés dans lesquels aucun travail avec des sources non scellées n'est effectué, mais où cependant des contaminations de surface et de l'air ou des débits élevés de dose ambiante peuvent survenir.

⁶ En vue de l'exploitation d'installations, de l'utilisation de sources radioactives scellées ainsi que pour les zones de type 0, le titulaire de l'autorisation doit établir des secteurs surveillés s'il existe un risque pour les personnes et que des secteurs contrôlés n'ont pas déjà été installés.

Art. 92 Secteurs contrôlés

¹ Sont notamment à installer comme secteurs contrôlés:

- a. les secteurs de travail conformément à l'art. 95;
- b. les zones de type I à IV conformément à l'art. 96;
- c. les secteurs dans lesquels la contamination de surface peut se situer au-dessus de 1 CS et la contamination de l'air, au-dessus de 0,05 CA;
- d. les secteurs désignés comme tels par l'autorité de surveillance.

² Le titulaire de l'autorisation doit garantir que seules les personnes autorisées ont accès aux secteurs contrôlés. Ceux-ci doivent être clairement délimités et marqués conformément à l'annexe 8.

³ Le titulaire de l'autorisation doit surveiller de manière appropriée le respect, à l'intérieur des secteurs contrôlés, des valeurs directrices concernant les débits de dose ambiante, les contaminations et les concentrations radioactives dans l'air de même que le respect des mesures de protection et des dispositions de sécurité.

Art. 93 Traitement et libération des secteurs contrôlés après la cessation des travaux

¹ Le titulaire de l'autorisation doit décontaminer les secteurs contrôlés dans lesquels on a cessé d'utiliser des sources radioactives non scellées et, au besoin, le voisinage de ces secteurs, y compris toutes les installations et le matériel qui y demeurent, au moins jusqu'à ce que les conditions visées à l'art. 118 soient remplies et que les limites d'immission fixées à l'art. 36 soient respectées.

² Il doit rendre compte à l'autorité de surveillance des mesures qu'il a prises en vertu de l'al. 1.

³ Il ne peut utiliser à d'autres fins les secteurs contrôlés en question qu'après leur libération par l'autorité de surveillance.

Art. 94 Valeurs directrices applicables aux contaminations

¹ Lorsque des personnes quittent les secteurs contrôlés ou lorsque des matériaux en sont retirés, il faut garantir préalablement par une mesure que la valeur directrice de la contamination de surface n'est pas dépassée.

² Une décontamination doit être effectuée ou d'autres mesures de protection appropriées prises si la contamination de matériaux et de surfaces dans les secteurs contrôlés excède dix fois la valeur directrice indiquée à l'annexe 3, colonne 12.

³ Si, dans un secteur contrôlé, une partie de la contamination reste fixée à la surface lors des sollicitations prévisibles, les valeurs directrices indiquées à l'annexe 3, colonne 12, ne sont applicables qu'à la contamination transmissible.

Art. 95 Secteurs de travail

¹ Les secteurs de travail doivent être établis dans des locaux séparés, prévus exclusivement à cet effet.

² Ils sont classés par types, en fonction des activités des sources radioactives non scellées utilisées par opération ou par jour, à savoir:

- a. type C: activité de 1 à 100 limites d'autorisation;
- b. type B: activité de 1 à 10 000 limites d'autorisation;
- c. type A: activité de 1 limite d'autorisation jusqu'à la limite supérieure fixée dans la procédure d'autorisation.

³ L'autorité de surveillance peut augmenter jusqu'à 100 fois les valeurs indiquées à l'al. 2 pour le stockage de sources radioactives non scellées dans des secteurs de travail.

⁴ Elle peut admettre des exceptions à l'al. 1, lorsque des motifs liés à la technique d'exploitation le justifient et que la protection contre les rayonnements est assurée.

⁵ Elle peut, exceptionnellement, augmenter jusqu'à 10 fois les valeurs indiquées à l'al. 2, s'il s'agit d'utilisations présentant des risques minimes d'incorporation et si la protection contre les rayonnements est assurée.

⁶ Elle peut, au cas par cas et en prenant en compte le risque d'incorporation, attribuer des secteurs de travail à un autre type que celui indiqué à l'al. 2 dans la mesure où seuls des travaux comprenant un faible risque d'inhalation y sont réalisés.

⁷ Le DFI, en accord avec l'IFSN, arrête les prescriptions relatives aux mesures de protection à prendre.

Art. 96 Zones

¹ Les zones doivent être réparties selon les types suivants en fonction du niveau de contamination présent ou attendu:

- a. zone de type 0:
contamination de surface inférieure à 1 CS et contamination de l'air inférieure à 0,05 CA;
- b. zone de type I:
contamination de surface inférieure à 1 CS et contamination de l'air inférieure à 0,1 CA;
- c. zone de type II:
contamination de surface située entre 1 et 10 CS et contamination de l'air inférieure à 0,1 CA;
- d. zone de type III:
contamination de surface située entre 10 et 100 CS ou contamination de l'air située entre 0,1 CA et 10 CA;
- e. zone de type IV:
contamination de surface supérieure à 100 CS ou contamination de l'air supérieure à 10 CA.

² Le DFI, en accord avec l'IFSN, arrête les prescriptions relatives aux mesures de protection dans les différents types de zones.

Art. 97 Secteurs surveillés

¹ Sont notamment à équiper comme secteurs surveillés:

- a. les locaux et les secteurs avoisinants dans lesquels des installations sans protection totale ou avec une protection partielle sont exploitées;
- b. les zones de type 0;
- c. les domaines dans lesquelles des personnes peuvent accumuler par exposition externe une dose efficace supérieure à 1 mSv par an;
- d. les secteurs désignés comme tels par l'autorité de surveillance.

² Les secteurs surveillés doivent être marqués conformément à l'annexe 8.

³ Il n'est pas exigé d'établir des secteurs surveillés pour le personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

Art. 98 Limitation de la dose ambiante

¹ Le local ou le secteur dans lequel sont exploitées des installations ou dans lequel des sources radioactives sont utilisées doit être conçu ou blindé de façon qu'à aucun endroit situé en dehors des secteurs contrôlés et surveillés et où peuvent séjourner des membres du public, la dose ambiante n'excède 0,02 mSv par semaine. Cette valeur peut être dépassée jusqu'à cinq fois dans les endroits où personne ne séjourne durablement.

² Le débit de dose ambiante visé à l'al. 1 est basé sur un temps de travail hebdomadaire de 40 heures. Il peut être proportionnellement plus élevé si le temps d'exploitation de l'installation est supérieur à 40 heures.

³ L'exposition à plusieurs sources de rayonnements d'un endroit à protéger doit être prise en compte afin de garantir le respect de la valeur directrice du débit de dose ambiante.

⁴ Le DFI, en accord avec l'IFSN, arrête des valeurs directrices de la dose ambiante à l'intérieur et à l'extérieur des secteurs contrôlés et surveillés.

Section 2 Obligations lors de l'utilisation de sources de rayonnements**Art. 99** Inventaire, obligation de tenir un registre et de faire rapport

¹ Les titulaires d'une autorisation doivent, lors de l'utilisation de sources radioactives scellées, en tenir un inventaire.

² Ils doivent tenir un registre concernant l'achat, l'utilisation, la transmission et l'élimination de sources radioactives non scellées.

³ Ils doivent annuellement faire rapport à l'autorité délivrant les autorisations sur le commerce de sources de rayonnements et fournir les données suivantes:

- a. la désignation des radionucléides, leur activité, la date à laquelle cette activité a été mesurée ainsi que leur forme chimique et physique;
- b. la désignation des appareils ou objets qui contiennent des substances radioactives, avec indication des radionucléides et de leur activité ainsi que la date à laquelle cette activité a été mesurée;
- c. la désignation des installations et de leurs paramètres;
- e. les adresses et numéros d'autorisation des fournisseurs en Suisse.

⁴ L'autorité de surveillance peut prévoir dans l'autorisation des obligations supplémentaires concernant la tenue de registres ou l'établissement de rapports.

Art. 100 Remise par le distributeur

Les distributeurs ne sont autorisés à commercialiser en Suisse des sources de rayonnements soumises à autorisation qu'après d'entreprises ou de personnes au bénéfice de l'autorisation requise.

Art. 101 Utilisation et emplacement des sources de rayonnements

Le DFI, en accord avec l'IFSN, fixe les exigences concernant l'utilisation et l'emplacement des sources de rayonnements. Il fixe notamment:

- a. les mesures touchant la construction et les bases de calcul correspondantes;
- b. les exigences concernant les locaux d'irradiation, d'application et de repos de même que les locaux dans lesquels sont utilisés les appareils de diagnostic en médecine nucléaire;
- c. les mesures de radioprotection ayant trait aux soins dispensés aux patients soumis à un traitement thérapeutiques ainsi qu'aux chambres de thérapie dans lesquelles ils sont placés;
- d. le mode de stockage et les exigences auxquelles doivent satisfaire les dépôts de sources radioactives.

Section 3 Instruments de mesure**Art. 102** Instruments de mesure des rayonnements ionisants

¹ Des instruments appropriés de mesure des rayonnements ionisants, destinés à contrôler le débit de dose, la contamination de surface ou la contamination de l'air, doivent être en tout temps à disposition dans les locaux ou les secteurs dans lesquels sont utilisées des sources radioactives présentant un danger.

² Les titulaires d'une autorisation doivent veiller à ce que l'entreprise dispose du nombre nécessaire d'instruments appropriés de mesure des rayonnements ionisants.

Art. 103 Exigences concernant les instruments de mesure des rayonnements ionisants

¹ Le Département fédéral de justice et police (DFJP) réglemente, en accord avec le DFI et le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC), la mise sur le marché et le contrôle de la stabilité des instruments de mesure des rayonnements ionisants.

² Le DFI, en accord avec l'IFSN, réglemente:

- a. le genre et le nombre des instruments de mesure des rayonnements ionisants nécessaires;
- b. l'étendue de l'assurance de la qualité pour tous les instruments de mesure des rayonnements ionisants qui ne sont pas réglementés selon l'al. 1.

Art. 104 Devoirs des titulaires d'une autorisation

¹ Les titulaires d'une autorisation doivent contrôler le fonctionnement des instruments de mesure des rayonnements ionisants à intervalles convenables à l'aide de sources de contrôle appropriées.

² L'autorité de surveillance peut obliger les titulaires d'une autorisation à participer à des mesures d'intercomparaison.

Section 4 Construction et marquage des sources radioactives scellées

Art. 105 Construction

¹ Les sources radioactives scellées doivent être conformes, quant à la construction, à l'état de la science et de la technique.

² Pour les sources radioactives scellées, on choisira la forme chimique du radionucléide la plus stable possible.

³ Si l'on utilise exclusivement des sources radioactives scellées émettrices de rayonnement gamma ou de neutrons, celles-ci doivent être munies d'un écran qui absorbe le rayonnement alpha et bêta.

Art. 106 Marquage

¹ Les sources radioactives scellées et leurs récipients doivent être marqués de façon que l'on puisse identifier en tout temps la source.

² Le fabricant ou le fournisseur de sources radioactives scellées de haute activité visées à l'art. 108 doit garantir que celles-ci sont identifiées avec un numéro unique. Ce numéro doit être gravé ou imprimé sur la source ou sur le récipient.

³ Le marquage doit indiquer ou permettre de déterminer le radionucléide, l'activité, la date de construction, la date de la mesure et, le cas échéant, la classification selon la norme ISO2919²⁵.

⁴ L'autorité de surveillance peut admettre des exceptions aux al. 1 à 3 lorsqu'il n'est pas possible d'apposer un marquage ou lorsque l'on emploie un récipient réutilisable.

Art. 107 Exigences pour la mise sur le marché

¹ Toute source radioactive scellée doit être soumise, avant sa mise sur le marché, à un contrôle d'étanchéité et d'absence de contamination superficielle. Ce contrôle doit être effectué par un service accrédité pour cette tâche.

² L'enveloppe des sources radioactives scellées dont l'activité excède le centuple de la limite d'autorisation doit répondre aux exigences des normes ISO 2919²⁶ correspondant à l'application envisagée et être classifiée en conséquence.

²⁵ ISO 2919, édition 2012-02-15, Radioprotection – Sources radioactives scellées – Exigences générales et classification. Les normes techniques ISO citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement auprès de l'Office fédéral de la santé publique, 3003 Berne, ou être commandées contre paiement auprès de l'Association suisse de normalisation, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthour, auprès du Centre suisse d'information sur les règles techniques (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthour, ou à l'adresse Internet www.snv.ch.

²⁶ ISO 2919, édition 2012-02-15, Radioprotection – Sources radioactives scellées – Exigences générales et classification. Les normes techniques ISO citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement auprès de l'Office fédéral de la santé publique, 3003 Berne, ou être commandées contre paiement auprès de l'Association suisse de normalisation, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthour, auprès du Centre suisse d'information sur les règles techniques (switec), Bürglistrasse 29, 8400 Winterthour, ou à l'adresse Internet www.snv.ch.

³ Lorsque les circonstances le justifient, l'autorité de surveillance peut admettre des exceptions aux al. 1 et 2 ou exiger des contrôles de qualité supplémentaires.

Section 5 Sources radioactives scellées de haute activité

Art. 108 Définitions

Une source scellée de haute activité est une source scellée dont l'activité est plus élevée que la valeur donnée à l'annexe 9.

Art. 109 Inventaire

¹ L'autorité délivrant les autorisations tient un inventaire des titulaires d'une autorisation ainsi que des sources scellées de haute activité en leur possession.

² L'inventaire comprend:

- a. le numéro d'identification;
- b. le fournisseur;
- c. la nature et l'emplacement de la source;
- d. le radionucléide concerné;
- e. l'activité de la source à la date de sa fabrication, à celle de sa première mise sur le marché ou à celle de son acquisition par le titulaire de l'autorisation.

³ L'autorité délivrant les autorisations tient à jour l'inventaire.

Art. 110 Exigences

¹ Avant de se voir octroyer une autorisation pour l'utilisation de sources scellées de haute activité, le requérant doit prouver qu'il a mis en réserve les moyens financiers nécessaires à l'élimination ultérieure de ces sources.

² Le titulaire de l'autorisation est tenu de contrôler au moins annuellement si chacune des sources scellées de haute activité, et le cas échéant, si le récipient de protection contenant la source, se trouve effectivement à l'endroit où elle est utilisée ou à l'endroit où elle est stockée, et dans un bon état. Il notifie le résultat du contrôle à l'autorité délivrant les autorisations.

Art. 111 Sécurité et sûreté

¹ Pour chaque source scellée de haute activité, le titulaire de l'autorisation fixe les mesures à prendre et les procédures appropriées afin d'éviter l'accès non autorisé à la source, sa perte, son vol ou son endommagement par le feu. Il documente ces mesures et ces procédures.

² Le DFI, en accord avec l'IFSN, fixe les principes des exigences vis-à-vis de la construction, l'organisation et l'administration en vue de la sûreté des sources de haute activité.

Section 6 Mesures assurant la qualité

Art. 112

¹ Le titulaire de l'autorisation doit veiller à ce que les sources de rayonnements, les systèmes d'imagerie médicale associés, les appareils de restitution et de documentation de l'image ainsi que les instruments de mesure et les systèmes d'examen en médecine nucléaire:

- a. fassent l'objet d'un test avant d'être utilisés pour la première fois;
- b. fassent régulièrement l'objet d'une révision et d'un service de maintenance complet.

² Le DFI, en accord avec l'IFSN, peut fixer l'étendue minimale du test ainsi que la périodicité et l'étendue minimale du programme d'assurance de qualité de même que les exigences auxquelles doivent satisfaire les services qui les réalisent. Pour ce faire, il prend en compte les normes internationales d'assurance de qualité.

Section 7 Transport, importation, exportation et transit de sources radioactives

Art. 113 Transport en dehors de l'enceinte de l'entreprise

¹ La personne qui transporte ou fait transporter des sources radioactives en dehors de l'enceinte de l'entreprise doit:

- a. respecter les prescriptions fédérales concernant le transport des marchandises dangereuses;
- b. prouver qu'elle dispose d'un programme approprié d'assurance de qualité et qu'elle l'applique.

² Les expéditeurs et les transporteurs de sources radioactives doivent:

- a. désigner préalablement un responsable de l'assurance de qualité et consigner par écrit les mesures d'assurance de qualité à prendre;
- b. s'assurer que les récipients de transport ou les emballages sont conformes aux prescriptions et bien entretenus.

³ Si l'expéditeur et le transporteur disposent d'un système d'assurance de qualité pour le transport de sources radioactives certifié par un service accrédité, ils sont réputés appliquer un programme d'assurance de qualité approprié.

⁴ Les expéditeurs doivent vérifier si le transporteur qu'ils ont mandaté possède une autorisation de transporter des sources radioactives.

Art. 114 Transport à l'intérieur de l'enceinte de l'entreprise

Le DFI, en accord avec l'IFSN, fixe les exigences concernant le transport de sources radioactives.

Art. 115 Importation, exportation et transit

¹ Les sources radioactives peuvent être importées, exportées et passées en transit uniquement par l'un des bureaux de douane désignés par la Direction générale des douanes.

² La déclaration en douane pour les importations, les exportations ou les transits doit contenir les indications suivantes:

- a. la désignation exacte de la marchandise;
- b. les radionucléides (en cas de mélange de radionucléides, il faut indiquer les trois nucléides présentant la limite d'autorisation la plus faible);
- c. l'activité totale par radionucléide en Bq²⁷;
- d. le numéro de l'autorisation du destinataire (en cas d'importation) ou de l'expéditeur (en cas d'exportation) en Suisse.

³ Pour le stockage de chaque source radioactive dans un entrepôt douanier ouvert ou dans un dépôt franc sous douane, la personne responsable du stockage doit solliciter une autorisation de stockage conformément à l'art. 28 LRaP. Elle doit la présenter au bureau de douane.

⁴ Pour l'importation, l'exportation et le transit de sources scellées de haute activité, la publication de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) «Guidance on the import and export of radioactive sources» (2012)²⁸ doit être prise en compte.

⁵ L'autorité délivrant les autorisations peut exiger qu'une autorisation séparée soit sollicitée pour chaque importation, exportation ou transit de sources scellées de haute activité.

Section 8 Sources radioactives orphelines**Art. 116**

¹ Dans le cas où il y a une forte probabilité que des sources radioactives orphelines se trouvent dans des déchets, des résidus ou des matériaux à recycler, l'autorité de surveillance peut exiger que ces matériaux, dans le cadre de leur exploitation ou de leur exportation, soient contrôlés selon une procédure adéquate en ce qui concerne la présence de sources radioactives orphelines. Ceci s'applique notamment:

- a. aux usines d'incinération des ordures ménagères;
- b. aux entreprises qui récupèrent ou exportent de la ferraille.

² Pour l'exportation des matériaux visés à l'al. 1, l'exportateur doit présenter une attestation de contrôle de la radioactivité.

Section 9 Libération de la surveillance administrative

²⁷ Bq = Becquerel

²⁸ Les publications de l'AIEA citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement sur le site Internet de l'AIEA à l'adresse www.iaea.org > Publications.

Art. 117 Substances libérées

Sont libérées de la surveillance administrative:

- a. les substances radioactives solides et liquides dont l'activité spécifique est inférieure à la limite de libération;
- b. les substances radioactives gazeuses contenues dans un récipient dont l'activité totale est inférieure à la limite d'autorisation;
- c. les substances radioactives ayant une activité supérieure aux valeurs indiquées aux let. a et b et qui ont été rejetées dans l'environnement en accord avec l'autorité de surveillance aux termes des art. 122 à 125.

Art. 118 Libération

¹ Les titulaires d'une autorisation peuvent libérer, en vue de leur réutilisation, leur recyclage ou leur élimination sans restriction, des substances radioactives qui ne sont pas libérées de la surveillance administrative selon l'art. 117, lorsqu'il a été prouvé par une mesure:

- a. que l'activité spécifique est inférieure à la limite de libération, et
- b. que le débit de dose ambiante à 10 cm de la surface, après déduction du bruit de fond, est inférieur à 0,1 $\mu\text{Sv/h}$.

² Lorsqu'il est prévu qu'une substance solide sera réutilisée ou recyclée après sa libération ou que des personnes pourraient être contaminées lors de son utilisation, il faut s'assurer par une mesure que la valeur directrice de la contamination de surface est respectée.

³ Les substances radioactives peuvent être libérées sans détermination de leur activité spécifique par une mesure si les exigences fixées à l'al. 1, let. b, et 2 sont remplies et:

- a. que l'on peut prouver, par un bilan des substances radioactives engagées ou par l'exclusion d'une activation, que l'activité spécifique est inférieure à la limite de libération, ou
- b. que les modèles et les calculs permettant de démontrer que la limite de libération n'est pas dépassée ont été acceptés par l'autorité de surveillance.

⁴ L'autorité de surveillance peut poser des conditions supplémentaires selon lesquelles les résultats de la mesure de libération avant la remise ou l'élimination d'objets ou de substances doivent être notifiés.

Chapitre 6 Déchets radioactifs**Section 1 Dispositions générales****Art. 119** Définition

Les déchets radioactifs sont des substances radioactives qui ne sont plus utilisées et:

- a. qui, dans le cas des solides et des liquides, ne peuvent pas être libérées conformément à l'art. 118, ou
- b. qui possèdent, dans le cas des substances gazeuses contenues dans un récipient, une activité absolue supérieure à la limite d'autorisation.

Art. 120 Réutilisation ou recyclage

¹ On entend par réutilisation ou recyclage un usage concret planifié d'une substance radioactive dans le cadre d'une activité autorisée et qui interviendra dans les dix années qui suivent la dernière utilisation.

² L'autorité de surveillance peut exiger qu'une substance radioactive soit réutilisée ou recyclée.

³ Elle peut fixer des conditions pour la réutilisation ou le recyclage de substances solides faiblement radioactives, en particulier de métaux, ayant une activité spécifique jusqu'à dix fois supérieure à la limite de libération.

Art. 121 Interdiction de mélanges

Il n'est pas permis de mélanger des substances radioactives à des matériaux inactifs dans le seul but de ne pas devoir les éliminer comme déchets radioactifs. Les art. 120, 126 et 128 sont réservés.

Section 2 Rejet dans l'environnement

Art. 122 Principes

¹ Les déchets radioactifs ne peuvent être rejetés dans l'environnement qu'avec une autorisation et sous le contrôle du titulaire de l'autorisation.

² Seuls les déchets faiblement radioactifs peuvent être rejetés dans l'environnement.

Art. 123 Déchets sous forme de gaz, d'aérosol ou de liquide

¹ Les déchets radioactifs sous forme de gaz, d'aérosol et de liquide ne peuvent être rejetés dans l'environnement que si leur composition chimique le permet. Ils ne doivent être rejetés que par l'air évacué dans l'atmosphère ou par les eaux usées déversées dans les eaux de surface.

² L'autorité délivrant les autorisations fixe pour chaque entreprise les taux maximums admissibles des rejets et le cas échéant leurs concentrations.

³ Elle fixe les taux et les concentrations radioactives des rejets de façon que la contrainte de dose visée à l'art. 25, al. 3, et les limites d'immission fixées à l'art. 36 ne soient pas dépassées.

⁴ Elle peut augmenter jusqu'à un facteur trois la concentration radioactive des rejets précisée aux al. 2 et 3 à l'entrée dans la canalisation si l'on peut garantir qu'en tout temps une dilution équivalente aura lieu jusqu'au rejet dans les eaux usées accessibles au public.

Art. 124 Mesures de contrôle

¹ L'autorité délivrant les autorisations définit dans celles-ci une surveillance des émissions. Elle peut prévoir dans l'autorisation une obligation de les notifier.

² La surveillance des immissions est régie par l'art. 189.

³ L'autorité de surveillance peut obliger le titulaire de l'autorisation à effectuer des mesures supplémentaires ou particulières dans le cadre de la surveillance des immissions et à lui en notifier les résultats.

⁴ L'autorité délivrant les autorisations et l'autorité de surveillance peuvent exiger que des expertises météorologiques et des mesures du bruit de fond local soient effectuées avant la mise en exploitation.

⁵ Le titulaire de l'autorisation peut faire appel, avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, à des services externes pour effectuer les mesures de surveillance.

Art. 125 Elimination de déchets solides

¹ Les déchets solides peuvent être éliminés comme des déchets inactifs si les exigences de libération fixées à l'art. 118 sont remplies.

² Les déchets solides dont l'activité spécifique est supérieure à la limite de libération peuvent aussi être éliminés comme des déchets inactifs lorsque:

- a. l'activité totale rejetée par semaine et par autorisation ne dépasse pas l'activité de 10 kg d'une substance dont l'activité spécifique correspond à la limite de libération, et
- b. les exigences fixées à l'art. 118, al. 1, let. b, sont remplies.

³ Lors de leur rejet, les déchets ne doivent pas porter d'étiquettes, de signes de danger ou d'autres inscriptions indiquant la radioactivité.

Art. 126 Rejet d'autres déchets solides

¹ Les déchets radioactifs solides ayant des activités spécifiques ne dépassant pas le centuple de la limite de libération peuvent, au cas par cas et avec l'assentiment de l'autorité délivrant les autorisations, être rejetés dans l'environnement si:

- a. on a la garantie qu'en les mélangeant avec des matériaux inactifs la limite de libération n'est pas dépassée, ou
- b. il peut être prouvé qu'à aucun moment une dose efficace de 10 μ Sv par an ne peut être accumulée.

² Les matériaux enrichis artificiellement en radium dont les activités spécifiques ne dépassent pas plus de mille fois la limite de libération peuvent également être rejetés dans l'environnement avec l'assentiment de l'OFSP:

- a. s'ils ont été produits avant le 1^{er} octobre 1994;
- b. si une élimination par les canaux habituels est impossible ou engendre des coûts disproportionnés;
- c. si ce rejet constitue une solution nettement meilleure, pour l'être humain et pour l'environnement, qu'un maintien en l'état, et

- d. s'il est possible de garantir, après le mélange avec des matériaux inactifs:
 1. que l'activité spécifique est inférieure à la limite de libération, et
 2. que le débit de dose ambiante à 10 cm de la surface est inférieure à 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ après déduction du bruit de fond, ou
 3. qu'il peut être prouvé qu'à aucun moment une dose efficace de 10 μSv par an ne peut être accumulée.

³ Le rejet de déchets radioactifs solides qui ne contiennent que des radionucléides naturels est régi par l'art. 128.

Art. 127 Incinération de déchets dans les entreprises

¹ Les déchets radioactifs combustibles peuvent être incinérés de manière conventionnelle dans l'entreprise où ils ont été produits, ou avec l'assentiment de l'autorité délivrant les autorisations, dans d'autres entreprises:

- a. si l'entreprise dispose d'une installation d'incinération des déchets qui satisfait aux prescriptions de l'ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air²⁹ et de l'ordonnance du 10 décembre 1990 sur le traitement des déchets³⁰;
- b. s'il existe un programme de surveillance adéquat;
- c. si les déchets contiennent uniquement les radionucléides H-3 ou C-14.

² Les déchets contenant d'autres radionucléides peuvent, dans des cas justifiés et avec l'assentiment de l'autorité délivrant les autorisations, être brûlés comme indiqué à l'al. 1.

³ L'activité admise par semaine à l'incinération ne doit pas dépasser l'équivalent de mille fois la limite d'autorisation.

⁴ Il faut vérifier, par mesure ou par estimation, si les résidus provenant de l'incinération sont à traiter comme des déchets radioactifs.

Art. 128 Matières radioactives naturelles

Les matières dont l'activité spécifique en radionucléides naturels est supérieure à la limite de libération indiquée à l'annexe 2 peuvent exceptionnellement être rejetés dans l'environnement, avec l'assentiment de l'autorité délivrant les autorisations:

- a. si une élimination par les canaux habituels n'est pas possible ou engendre des coûts disproportionnés, et
- b. si on peut garantir par des mesures appropriées que la dose efficace qu'ils impliquent pour les membres du public reste inférieure à 0,3 mSv par an.

²⁹ RS 814.318.142.1

³⁰ RS 814.600

Section 3 Traitement des déchets dans l'entreprise

Art. 129 Contrôle et documentation

Les titulaires d'une autorisation doivent contrôler leurs stocks de déchets radioactifs et tenir un registre de leurs activités qui sont déterminantes pour leur traitement ultérieur ainsi que de leur composition.

Art. 130 Stockage pour décroissance

¹ Les déchets radioactifs contenant uniquement des radionucléides de période égale ou inférieure à 100 jours doivent dans la mesure du possible être gardés dans les entreprises qui les ont produits jusqu'à ce que leur activité ait décliné à un niveau qui permet de les libérer conformément à l'art. 118 ou de les rejeter dans l'environnement conformément aux art. 124 à 127.

² Les déchets radioactifs dont l'activité du fait de leur décroissance radioactive atteindra au plus tard 30 ans après la fin de leur utilisation un niveau permettant leur libération conformément à l'art. 118 ou leur rejet dans l'environnement conformément aux art. 122 à 125 doivent être entreposés jusqu'à cette date. Ils doivent être séparés de ceux qui ne remplissent pas cette condition.

³ Durant leur décroissance, les déchets visés aux al. 1 et 2 doivent être:

- a. emballés et conservés de manière à empêcher le rejet incontrôlé de substances radioactives et le risque d'incendie;
- b. marqués et assortis d'une documentation indiquant leur type, leur teneur en radioactivité et la date envisagée pour leur rejet.

⁴ Avant le rejet, le respect des critères indiqués aux art. 118 et 122 à 125 doit être contrôlé.

Art. 131 Gaz, poussières, aérosols et liquides

¹ Les déchets radioactifs sous forme de gaz, de poussières ou d'aérosol qui ne peuvent pas être rejetés dans l'environnement conformément à l'art. 123 doivent être retenus par des dispositifs techniques appropriés.

² Les déchets radioactifs liquides qui ne peuvent pas être rejetés dans l'environnement conformément à l'art. 123 doivent être:

- a. solidifiés en une forme chimiquement stable, ou
- b. incinérés conformément à l'art. 127.

³ L'autorité de surveillance peut admettre des exceptions aux al. 1 et 2 dans la mesure où une solution plus judicieuse pour l'être humain et pour l'environnement est réalisable.

Section 4 Livraison

Art. 132 Déchets radioactifs à livrer

¹ Les déchets radioactifs ne provenant pas de l'utilisation de l'énergie nucléaire doivent être livrés au centre fédéral de ramassage, après avoir été au besoin traités.

² L'Institut Paul Scherrer (IPS) exploite le centre fédéral de ramassage.

³ Ne doivent pas être livrés à l'IPS:

- a. les déchets radioactifs qui peuvent être rejetés dans l'environnement;
- b. les déchets radioactifs de courte période visés à l'art. 130.

⁴ Le DFI règle les modalités techniques du traitement des déchets radioactifs à livrer en attendant leur prise en charge par le centre fédéral de ramassage.

Art. 133 Tâches de l'IPS en tant que centre fédéral de ramassage

L'IPS prend en charge les déchets radioactifs devant lui être livrés et veille à ce qu'ils soient emmagasinés, traités et entreposés.

Art. 134 Groupe de coordination

Un groupe de coordination composé de représentants de l'OFSP, de l'IFSN et de l'IPS établit, à l'intention des autorités de surveillance et des autorités délivrant les autorisations, des recommandations pour garantir une réception sûre des déchets radioactifs devant être livrés.

Chapitre 7 Défaillances

Section 1 Définition

Art. 135

¹ Une défaillance est un événement au cours duquel une installation, un objet ou une activité s'écarte des conditions normales et qui:

- a. porte atteinte à la sécurité de l'installation ou de l'objet;
- b. peut donner lieu à un dépassement d'une limite d'immission ou d'émission, ou
- c. peut donner lieu à un dépassement d'une limite de dose.

² La perte ou le vol d'une source radioactive dont l'activité dépasse la limite d'autorisation constitue aussi une défaillance.

Section 2 Prévention

Art. 136 Conception des exploitations

¹ Le titulaire de l'autorisation est tenu de prendre les mesures propres à empêcher toute défaillance.

² L'exploitation doit être conçue de façon à ce que les exigences suivantes soient remplies:

- a. pour les défaillances dont la fréquence est supérieure à 10-1 par année, les contraintes de dose liées à la source fixées dans l'autorisation doivent pouvoir aussi être respectées;
- b. pour les défaillances dont la fréquence est plus petite ou égale à 10-1 et plus grande que 10-2 par année, une défaillance isolée ne doit pas générer une dose supplémentaire excédant la contrainte de dose liée à la source;
- c. pour les défaillances dont la fréquence est plus petite ou égale à 10-2 et plus grande que 10-4 par année, une défaillance isolée ne doit pas générer une dose supérieure à 1 mSv pour les membres du public;
- d. pour les défaillances dont la fréquence est plus petite ou égale à 10-4 et plus grande que 10-6 par année, une défaillance isolée ne doit pas générer une dose supérieure à 100 mSv pour les membres du public. L'autorité délivrant les autorisations peut fixer dans certains cas une dose moins élevée;
- e. seul un faible nombre de défaillances visées aux let. c et d ne doit pouvoir survenir.

³ Pour les défaillances visées à l'al. 2, let. c et d, et pour les défaillances dont la fréquence est inférieure à 10⁻⁶ par année mais dont les conséquences peuvent être graves, l'autorité de surveillance exige de l'entreprise qu'elle prenne les mesures préventives nécessaires.

⁴ Elle fixe dans les cas d'espèce la méthode et les conditions pour l'analyse des défaillances et pour le classement des scénarios de défaillance dans les catégories de fréquences fixées à l'al. 2, let. b à d. La dose efficace ou les doses équivalentes aux organes suite à des défaillances sont à déterminer, au moyen des grandeurs d'appréciation et des facteurs de dose des annexes 3, 6 et 7, de manière conforme à l'état de la science et de la technique.

⁵ Dans les entreprises où des scénarios de défaillance au sens de l'al. 2, let. d, peuvent se produire, l'autorité de surveillance peut exiger:

- a. que l'on consigne les paramètres de l'installation qui sont nécessaires pour suivre le déroulement de l'accident, pour établir des diagnostics et des prévisions et pour en déduire les mesures à prendre pour protéger la population;
- b. que les paramètres de l'installation soient transmis continuellement aux autorités de surveillance au moyen d'un réseau résistant aux défaillances.

Art. 137 Rapport de sécurité

¹ L'autorité de surveillance peut exiger du titulaire de l'autorisation qu'il présente un rapport de sécurité.

² Le rapport de sécurité porte sur la description des éléments suivants:

- a. les systèmes et les dispositifs de sécurité;
- b. les mesures prises en vue d'assurer la sécurité;
- c. l'organisation de l'entreprise, qui est déterminante pour la sécurité et la protection contre les rayonnements;
- d. les scénarios de défaillance, leurs conséquences maximales possibles pour l'entreprise et le voisinage, ainsi que leur fréquence approximative;
- e. dans le cas des entreprises visées à l'art. 149, le plan de protection de la population en cas d'urgence.

³ L'autorité de surveillance peut exiger d'autres documents.

Art. 138 Mesures préventives

¹ Les titulaires d'une autorisation sont tenus de prendre les dispositions nécessaires dans leur entreprise pour parer à toute défaillance et à ses conséquences.

² Ils doivent établir des directives sur les mesures à prendre d'urgence.

³ Ils doivent veiller à ce que les moyens propres à parer à une défaillance soient en tout temps à disposition. Cette prescription s'applique également à la lutte contre le feu dans les locaux où sont utilisées des substances radioactives.

⁴ Ils doivent veiller à ce que le personnel reçoive régulièrement des instructions sur le comportement à adopter, dispose d'une formation sur les mesures à prendre en cas d'urgence et connaisse l'endroit où sont déposés les moyens d'intervention et la façon de s'en servir.

⁵ Ils doivent veiller, par des mesures appropriées, à ce que le personnel appelé à intervenir pour maîtriser une défaillance ne reçoive pas une dose dépassant la limite indiquée à l'art. 68.

⁶ Ils doivent renseigner les organes cantonaux compétents et les services d'intervention sur les sources de rayonnements présentes dans leur entreprise.

⁷ L'autorité de surveillance peut exiger que les liaisons, le fonctionnement des moyens d'intervention et la formation du personnel soient contrôlés lors d'exercices. Elle peut organiser elle-même des exercices.

Section 3 Mesures à prendre pour parer à une défaillance**Art. 139** Mesures d'urgence

¹ Les titulaires d'une autorisation doivent prendre toutes les mesures propres à parer à une défaillance et à ses conséquences.

² Ils doivent, sans délai, notamment:

- a. empêcher la défaillance de s'étendre, en prenant notamment des mesures à la source;
- b. veiller à ce que les personnes ne participant pas à l'intervention ne pénètrent pas dans la zone de danger ou qu'elles la quittent sans tarder;
- c. prendre des mesures de protection pour le personnel d'intervention, telles que surveillance de la dose et instruction;
- d. recenser toutes les personnes ayant participé à l'intervention, contrôler leurs contaminations et incorporations et procéder au besoin à la décontamination.

³ Ils doivent le plus tôt possible:

- a. éliminer les contaminations résultant de la défaillance;
- b. prendre les mesures nécessaires à une analyse de la défaillance.

Art. 140 Obligation de notification pour les titulaires d'une autorisation

¹ Les titulaires d'une autorisation sont tenus de notifier toute défaillance à l'autorité de surveillance et en outre, pour les défaillances visées à l'art. 135, let. b, à la Centrale nationale d'alarme (CENAL).

² Ils doivent en outre notifier sans délai à l'autorité de surveillance et à la Suva les défaillances ayant conduit à un dépassement d'une limite de dose pour les personnes de leur entreprise qui sont professionnellement exposées aux radiations.

Art. 141 Devoirs de l'autorité de surveillance et de l'autorité délivrant les autorisations

¹ L'autorité de surveillance évalue la défaillance et informe l'autorité délivrant les autorisations.

² L'autorité délivrant les autorisations transmet les informations concernant les défaillances aux autorités concernées, ceci dans la mesure où elles sont nécessaires pour l'exécution d'une tâche.

³ L'IFSN notifie à l'AIEA le classement de la défaillance à partir du niveau 2 sur l'échelle internationale des événements nucléaires (INES).

Art. 142 Enquête et rapport par les titulaires d'une autorisation

¹ Après toute défaillance, les titulaires d'une autorisation doivent sans délai effectuer une enquête.

² Le résultat de l'enquête doit être consigné dans un rapport qui comprendra:

- a. la description de la défaillance, ses causes, les conséquences qu'elle a eues et pourrait encore avoir, ainsi que celle des mesures prises;
- b. la description des mesures prévues ou qui ont déjà été prises pour prévenir semblables défaillances.

³ Le titulaire de l'autorisation doit remettre le rapport à l'autorité de surveillance au plus tard six semaines après la défaillance.

Art. 143 Mesures à prendre lors d'un dépassement d'une limite d'immission

Si l'OFSP constate qu'une limite d'immission est dépassée, il en détermine la cause et prend les mesures nécessaires.

Art. 144 Information concernant les défaillances

L'autorité de surveillance veille à ce que les personnes concernées, les cantons et la population soient informés à temps des défaillances.

Titre 4 Situations d'exposition d'urgence

Chapitre 1 Définition et niveaux de référence

Art. 145 Définition

Un cas d'urgence est un événement avec augmentation de la radioactivité ou la conséquence d'une action intentionnelle qui exige des mesures immédiates afin de réduire une menace ou des conséquences préjudiciables pour la santé de l'être humain et sa sécurité, pour les conditions de vie et pour l'environnement.

Art. 146 Niveaux de référence pour la population

¹ Dans les situations d'urgence, un niveau de référence de 100 mSv durant la première année est applicable aux membres de la population.

² En fonction de la situation, l'Etat-major fédéral compétent en cas d'événement ABCN (EM ABCN) peut requérir auprès du Conseil fédéral une baisse du niveau de référence.

Art. 147 Niveaux de référence pour les personnes astreintes

¹ Dans les situations d'exposition d'urgence, un niveau de référence de 50 mSv par an s'applique, dans le cadre de leur engagement, aux personnes astreintes.

² L'EM ABCN fixe des contraintes de dose pour les activités des personnes astreintes.

³ Pour sauver des vies humaines, empêcher de graves dommages sanitaires induits par les rayonnements ou empêcher l'apparition de situations catastrophiques, un niveau de référence de 250 mSv est applicable.

Chapitre 2 Mesures préparatoires

Art. 148 Prévention des situations d'urgence

¹ L'Office fédéral de la protection de la population (OFPP) est responsable, en collaboration avec les services concernés et les cantons, de l'élaboration des mesures préparatoires en vue des situations d'exposition d'urgence.

² L'OFPP veille, en collaboration avec l'OFSP, aux préparatifs de l'organisation de prélèvement d'échantillons et de mesure conformément à l'art. 4a de l'ordonnance du 17 octobre 2007 sur la Centrale nationale d'alarme (OCENAL)³¹.

³ L'OFSP est responsable de la préparation des mesures requises pour la protection de la santé de la population. La réglementation des mesures de protection durant la phase aiguë au sens de l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN³² demeure réservée.

⁴ Il assiste l'EM ABCN dans les questions de protection sanitaire lors de l'élaboration d'une stratégie d'intervention applicable aux situations d'exposition d'urgence. Cette stratégie doit se baser sur des valeurs de référence. L'IFSN fournit les bases nécessaires concernant les scénarios de référence des centrales nucléaires.

⁵ L'OFSP veille au maintien des connaissances concernant le traitement des personnes fortement irradiées.

Art. 149 Protection en cas d'urgence au voisinage d'entreprises

¹ S'agissant des entreprises dans lesquelles un cas d'urgence peut avoir lieu en raison des quantités et des activités autorisées de radionucléides, l'autorité délivrant les autorisations fixe dans quelle mesure ces entreprises doivent participer à la préparation et à l'exécution de mesures à prendre en cas d'urgence dans leur voisinage ou prendre elles-mêmes de telles dispositions.

² Elle fait appel aux organes cantonaux compétents et aux services d'intervention pour la préparation des mesures à prendre en cas d'urgence et les informe des mesures prises.

Chapitre 3 Mesures à prendre pour parer à une défaillance

Art. 150 Obligation de notification

¹ Le titulaire de l'autorisation est tenu de notifier sans délai tout cas d'urgence selon les prescriptions données par l'autorité de surveillance et par la CENAL.

² L'OFSP notifie tout cas d'urgence à l'Organisation mondiale de la santé (OMS) conformément au Règlement sanitaire international du 23 mai 2005³³.

Art. 151 Obligation d'information

L'autorité de surveillance veille à ce que les personnes affectées dans l'entreprise, la population et les cantons concernés soient informés à temps des cas d'urgence. L'art. 9 de l'ordonnance sur les interventions ABCN³⁴ est réservé.

³¹ RS 520.18

³² RS 520.17

³³ RS 0.818.103

³⁴ RS 520.17

Art. 152 Détermination des doses de rayonnements

¹ L'OFSP est responsable du calcul, du bilan et de la vérification des doses de rayonnements reçues par la population. Durant la phase aiguë, cette responsabilité incombe à la CENAL conformément à l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN³⁵.

² Les autorités de surveillance, OFSP et IFSN, fixent en collaboration avec la CENAL les méthodes et les modèles à appliquer lors de la détermination des doses de rayonnements.

³ Les facteurs de dose indiqués aux annexes 5 et 6 sont applicables pour le calcul simplifié des doses.

Art. 153 Conduite dans les situations d'exposition d'urgence

¹ Au terme de l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN³⁶, l'EM ABCN est en charge de la conduite dans les situations d'exposition d'urgence. Il prend en compte la stratégie indiquée à l'art. 148.

² En cas d'événement la CENAL engage l'organisation de prélèvement d'échantillons et de mesure conformément à l'art. 4a OCENAL³⁷.

³ L'OFSP apporte son soutien à la CENAL dans l'élaboration des programmes de mesure.

⁴ Il conseille l'EM ABCN lors de la prise de mesures visant à la protection de la santé de la population.

⁵ Sur la base de la situation radiologique, l'EM ABCN soumet au Conseil fédéral une demande de passage d'une situation d'exposition d'urgence à une situation d'exposition existante.

Chapitre 4 Personnes astreintes**Art. 154** Groupes de personnes

¹ En cas de danger dû à une augmentation de la radioactivité, sont astreints à accomplir les tâches mentionnées à l'art. 20, al. 2, let. b, LRaP:

- a. les membres des autorités et des administrations;
- b. les personnes et les organisations de l'armée et celles chargées de la protection de la population (police, service du feu, premier secours et membres de la protection civile);
- c. les personnes et les entreprises telles que les équipes de mesure et de protection contre les rayonnements chargées de parer aux dommages immédiats;

³⁵ RS 520.17

³⁶ RS 520.17

³⁷ RS 520.18

- d. les personnes et les entreprises de transports publics et privés, pour effectuer des transports de personnes et de marchandises ainsi que des évacuations;
- e. les personnes et les entreprises chargées de parer aux dommages indirects, par exemple, en prenant des mesures à la source en vue d'empêcher une extension de la contamination au voisinage;
- f. les médecins et le personnel médical spécialisé, pour dispenser des soins aux personnes contaminées par la radioactivité ou à d'autres personnes concernées;
- g. les personnes et les entreprises qui doivent, dans le cadre de leurs activités professionnelles et commerciales usuelles, entretenir des infrastructures critiques;
- h. les personnes et les entreprises qui doivent, dans le cadre de leurs activités professionnelles et commerciales usuelles, maintenir des services publics indispensables.

² Les personnes de moins de 18 ans et les femmes enceintes sont dispensées des interventions visées à l'al. 1.

Art. 155 Protection de la santé

¹ L'exposition aux rayonnements des personnes astreintes doit être déterminée à des intervalles adéquats et par des mesures appropriées.

² Toute personne astreinte qui a reçu une dose efficace excédant 250 mSv doit être placée sous contrôle médical.

³ Les contrôles médicaux et les tâches associées en cas de dépassement sont régis par l'art. 71, al. 2 à 5.

Art. 156 Equipement

¹ L'EMF ABCN veille à ce que, lors d'événements ABCN, les personnes astreintes disposent de l'équipement nécessaire à l'exécution de leurs tâches et à la protection de leur santé.

² Font partie de l'équipement nécessaire, notamment:

- a. un nombre suffisant d'instruments de mesure et de dosimètres pour déterminer l'exposition aux rayonnements;
- b. des moyens de protection contre les incorporations et les contaminations.

Art. 157 Couverture d'assurance et indemnisation

¹ En cas d'augmentation de la radioactivité, les personnes astreintes sont assurées contre les accidents et la maladie. Si l'assurance obligatoire en cas d'accidents et les assurances privées n'offrent pas une couverture suffisante, la Confédération garantit l'octroi des prestations selon les dispositions de la loi fédérale du 19 juin 1992 sur l'assurance militaire³⁸. On pourra au besoin faire appel à l'assurance militaire pour l'exécution.

³⁸ RS 833.1

² Les personnes et les entreprises astreintes qui, du fait de leur activité, doivent assumer des frais non couverts sont dédommées par la Confédération. Le DDPS règle les modalités d'octroi des indemnités.

Titre 5 Situations d'exposition existante

Chapitre 1 Principes

Art. 158

¹ Un niveau de référence de 1 mSv par an est applicable aux situations d'exposition existante. Sont réservés le niveau de référence du radon visé à l'art. 164 et la valeur de seuil visée à l'art. 165.

² L'OFSP peut, au cas par cas, proposer au Conseil fédéral des niveaux de référence pouvant se situer jusqu'à 20 mSv par an, notamment lorsque les mesures visées à l'art. 180 l'exigent.

Chapitre 2 Héritages radiologiques

Section 1 Définition

Art. 159

¹ Les héritages radiologiques sont:

- a. les objets contenant des sources radioactives dont l'activité est supérieure à la limite de libération et qui n'ont jamais été soumis à un contrôle réglementaire ou l'ont été de façon limitée;
- b. les objets contenant des sources radioactives dont le délai d'autorisation de type à l'emploi général ou limité, conformément à l'art. 29, let. c, LRaP, a expiré et n'a pas été prolongé;
- c. des sites contaminés suite à des activités antérieures qui n'ont jamais été soumises à un contrôle réglementaire ou l'ont été de façon limitée.

² Les sources radioactives qui ont été libérées après le 1^{er} octobre 1994 conformément à l'art. 118 ne constituent pas des héritages radiologiques.

Section 2 Objets

Art. 160

¹ L'OFSP veille à l'élimination des objets visés à l'art. 159, al. 1, let. a et b. Au demeurant, l'élimination est régie par les art. 119 à 134.

² Ces objets peuvent être réutilisés si cela se justifie dans le cadre d'une autorisation selon l'art. 21, al. 1, let. d.

Section 3 Sites

Art. 161 Sites potentiellement contaminés

¹ L'OFSP tient un inventaire des sites visés à l'art. 159, al. 1, let. c, qui sont potentiellement contaminés et réunit à cet effet les informations suivantes:

- a. les informations sur le site (coordonnées, numéro de parcelle);
- b. les informations sur les activités antérieures et la période correspondante;
- c. les indications sur le bâtiment (dans la mesure où elles existent);
- d. les données d'examen;
- e. la décision et les données concernant l'assainissement ainsi que les résultats de mesures de libération après assainissement, y compris les éventuelles restrictions;
- f. les données concernant le propriétaire et l'utilisateur du site (nom, adresse, numéro postal, localité).

² Ont accès aux données de l'inventaire, dans le cadre des missions qui leur sont confiées:

- a. les collaborateurs de la division Radioprotection de l'OFSP;
- b. les collaborateurs du secteur Physique de la Suva; ils ont accès au moyen d'une procédure d'appel.

³ Les données demeurent enregistrées dans l'inventaire pendant 100 ans au maximum après l'achèvement de l'assainissement. Après ce délai, leur transfert dans les Archives fédérales est proposé.

Art. 162 Examen des sites

¹ L'OFSP veille à ce qu'un examen des sites visés à l'art. 156 soit réalisé lorsqu'une mise en danger de l'être humain et de l'environnement par les rayonnements ionisants ne peut être exclue. Il en informe à l'avance les cantons et les communes concernés.

² Le propriétaire et l'utilisateur ont l'obligation de garantir à l'OFSP l'accès aux sites concernés pour leur examen.

³ L'OFSP fixe la procédure des examens et les réalise.

⁴ Il peut mandater des tiers pour l'exécution des examens.

Art. 163 Assainissement des sites

¹ En se basant sur l'examen, l'OFSP évalue la dose efficace reçue par les personnes qui séjournent dans le bâtiment. Il informe ces personnes, le propriétaire du site, l'utilisateur, le canton ainsi que la commune sur les résultats de l'examen.

² Si la dose est inférieure au niveau de référence indiqué à l'art. 158, al. 1, le site peut être libéré.

³ Si la dose est supérieure au niveau de référence, les mesures suivantes sont à prendre:

- a. l'OFSP déclare le site comme héritage radiologique; ceci est indiqué dans le registre foncier;
- b. le propriétaire du site concerné doit charger une entreprise possédant l'autorisation requise de procéder aux mesures d'assainissement nécessaires et informer l'OFSP du début des travaux;
- c. l'autorité de surveillance:
 1. surveille les travaux d'assainissement et peut ordonner des mesures pour la protection des travailleurs et de l'environnement,
 2. veille à l'élimination, en tant que déchets conformément aux art. 119 à 134, des sources radioactives et des matériaux contaminés enlevés lors de l'assainissement,
 3. libère le site lorsque le niveau de référence est respecté.

⁴ Le responsable du danger associé à l'héritage radiologique assume les coûts d'assainissement et d'élimination. Dans le cas où il y a plusieurs responsables, les coûts des mesures d'assainissement sont répartis entre eux selon leur part de responsabilité. Celui qui par son comportement a occasionné les mesures en supporte en premier lieu les coûts.

⁵ Celui qui n'intervient que comme propriétaire du site ne prend en charge aucun coût s'il ne pouvait pas, dans le cadre de son devoir de diligence, avoir connaissance de la situation.

⁶ Lorsque le propriétaire n'est pas libéré de la prise en charge des coûts au sens de l'al. 5, le calcul de sa participation aux coûts prend notamment en considération:

- a. s'il était déjà responsable du site au moment où la situation s'est présentée et aurait pu l'empêcher;
- b. s'il répond pour la part de responsabilité du prédécesseur en droit;
- c. il a tiré ou tirera un avantage économique non négligeable de la contamination ou de l'assainissement.

⁷ La Confédération prend en charge la part des coûts des responsables qui ne peuvent être identifiés, qui sont insolvables ou qui ont été déchargés ou libérés de la prise en charge des coûts.

Chapitre 3 Radon

Section 1 Dispositions générales

Art. 164 Niveaux de référence du radon

¹ Le niveau de référence du radon correspond à la concentration de gaz radon dont le dépassement implique la mise en œuvre d'actions de protection conformément aux art. 175 à 177.

² Pour la concentration annuelle moyenne de radon dans les bâtiments, un niveau de référence de 300 Bq/m³ s'applique. Sont réservées les dispositions visées à l'art. 165.

Art. 165 Valeur de seuil au poste de travail

¹ La valeur de seuil correspond à la concentration de radon dont le dépassement implique la prise immédiate de mesures conformément à l'art. 177.

² Une valeur de seuil de 1000 Bq/m³ est applicable aux concentrations de radon:

- a. aux postes de travail situés dans des bâtiments existants si la dernière autorisation de construire a été délivrée avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance;
- b. aux postes de travail exposés au radon visés à l'art. 174.

Art. 166 Service technique et d'information sur le radon et plan d'action radon

¹ L'OFSP gère un service technique et d'information sur le radon.

² Le service assume notamment les tâches suivantes:

- c. il met en œuvre le plan d'action radon du Conseil fédéral;
- d. il émet régulièrement des recommandations sur les mesures de protection et appuie les cantons dans l'exécution;
- e. il informe et conseille les cantons, les propriétaires, les locataires, les spécialistes du bâtiment et les autres milieux intéressés;
- f. il conseille les personnes concernées et les services intéressés sur les actions de protection adéquates;
- g. il met régulièrement à disposition des cantons une vue d'ensemble sur les bâtiments ayant fait l'objet de mesures du radon;
- h. il reconnaît et surveille les services de mesure du radon visés à l'art. 168;
- i. il publie la liste des consultants en radon visés à l'art. 170, al. 2;
- j. il se procure les bases scientifiques nécessaires à l'application des mesures de protection contre le radon;
- k. il évalue régulièrement l'impact des mesures de protection et les adapte le cas échéant.

³ L'OFSP peut mandater des tiers pour les activités de conseil visées à l'al. 2, let. d.

Art. 167 Compétence

Sont compétents pour l'exécution des actions de protection contre le radon:

- a. dans les locaux d'habitation et de séjour, notamment dans les écoles et les jardins d'enfants: les cantons;
- b. sur les lieux de travail: les autorités de surveillance.

Art. 168 Agrément des services de mesure du radon

¹ Les mesures du radon doivent être effectuées par des services de mesure agréés.

² L'OFSP reconnaît un service de mesure pour effectuer des mesures du radon, si celui-ci:

- a. dispose du personnel compétent et des systèmes de mesure appropriés pour remplir les tâches requises par la réglementation, et
- b. garantit le parfait accomplissement des tâches, notamment en veillant à l'absence de conflits d'intérêts.

³ Il limite à cinq ans au maximum la durée de validité de l'agrément.

⁴ Le DFJP fixe les exigences techniques afférentes aux systèmes de mesure et les procédures pour le maintien de la constance des mesures.

Art. 169 Devoirs des services de mesure du radon

Les services agréés de mesure du radon ont l'obligation:

- a. de s'en tenir aux protocoles de mesure prescrits;
- b. d'introduire les données dans un délai de deux mois après leur mesure dans la banque de données du radon;
- c. de notifier sans délai à l'autorité compétente visée à l'art. 167 tout dépassement du niveau de référence visé à l'art. 164, al. 2 ainsi que de la valeur de seuil visée à l'art. 165, au plus tard lors de l'introduction des valeurs dans la banque de données du radon.

Art. 170 Consultants en radon

¹ Les consultants en radon assistent et conseillent, en tenant compte de l'état de la technique, les maîtres d'ouvrage, les spécialistes de la construction et les propriétaires de bâtiments lors de l'application d'actions préventives de protection contre le radon et lors des assainissements.

² Sur demande, les consultants en radon au bénéfice d'une formation et d'une formation continue conformément à l'art. 20, let. c, et actifs en Suisse sont inscrits sur une liste des consultants publiée par l'OFSP.

Art. 171 Banque de données du radon

¹ L'OFSP gère une banque de données centrale du radon. Il y enregistre les informations qui sont nécessaires pour évaluer en permanence l'exécution des mesures du radon et des assainissements et pour effectuer des études statistiques et scientifiques.

² Les données suivantes sont consignées dans la banque de données centrale du radon:

- a. informations sur le site (coordonnées, numéro de parcelle);
- b. informations sur le bâtiment;
- c. informations sur le local;

- d. données de mesure du radon;
- e. données concernant l'assainissement;
- f. propriétaire et utilisateur du bâtiment (nom, adresse, code postal, lieu);
- g. date de construction du bâtiment.

³ Les collaborateurs du Service technique et d'information sur le radon sont habilités à traiter les données de la banque de données selon le règlement de traitement.

⁴ Au moyen d'une procédure d'appel, l'OFSP met:

- a. à disposition des services de mesure agréés les données qu'ils ont eux-mêmes recueillies;
- b. à disposition des cantons toutes les données recueillies sur leur territoire.

⁵ Les données figurant dans la banque de données sont supprimées après 100 ans.

Section 2 Actions préventives de protection contre le radon et mesures du radon

Art. 172 Protection contre le radon dans les nouveaux bâtiments et lors de transformations

¹ Sont considérés comme nouveaux bâtiments ceux dont l'autorisation de construction a été octroyée après l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

² Dans le cadre de la procédure d'autorisation de construire, le canton rend le maître d'ouvrage attentif aux exigences de la présente ordonnance concernant le radon.

³ Le maître d'ouvrage doit veiller à ce que des actions de construction préventives correspondant à l'état de la technique soient mises en œuvre afin d'atteindre une concentration de gaz radon inférieure au niveau de référence visé à l'art. 164, al. 2.

⁴ Le propriétaire a l'obligation de procéder à ses frais à une mesure agréée de radon dans les locaux d'habitation et de séjour dans un délai d'une année à partir de l'occupation du nouveau bâtiment.

Art. 173 Mesures du radon dans les locaux d'habitation et de séjour

¹ Le canton peut exiger du propriétaire que des mesures agréées de radon soient effectuées dans les locaux de séjour et d'habitation.

² Il veille à ce que des mesures agréées de radon soient effectuées par sondage dans les écoles et les jardins d'enfants.

Art. 174 Mesures du radon aux postes de travail exposés au radon

¹ Sont considérés comme exposés au radon les postes de travail auxquels on peut admettre que la valeur de seuil de 1000 Bq/m³ indiqué à l'art. 165 est dépassée. Ce sont notamment les postes de travail dans les constructions souterraines, les mines, les grottes et les installations d'approvisionnement en eau ainsi que ceux qui sont classés comme tels par l'autorité de surveillance.

² Les entreprises disposant de postes de travail exposés au radon veillent à ce que des mesures de radon soient effectuées par un service agréé de mesure du radon.

³ L'autorité de surveillance peut effectuer des mesures par sondage aux postes de travail présentant un risque lié au radon.

Section 3 Actions visant à réduire l'exposition au radon

Art. 175 Assainissement en radon dans les nouveaux bâtiments

Lorsque le niveau de référence du radon de 300 Bq/m³ visé à l'art. 164, al. 2, est dépassé dans un nouveau bâtiment, l'autorité compétente visée à l'art. 167 ordonne la réalisation d'un assainissement en radon dans un délai d'une année.

Art. 176 Assainissement en radon de locaux d'habitation et de séjour dans des bâtiments existants

¹ Lorsque le niveau de référence de 300 Bq/m³ visé à l'art. 164, al. 2, est dépassé, le canton ordonne la réalisation d'un assainissement en radon:

- a. au cas par cas dans les locaux d'habitation et de séjour, en fonction de l'urgence et de la situation économique, mais au plus tard lors de la prochaine transformation exigeant une autorisation de construire;
- b. dans le cas des écoles et des jardins d'enfants, dans un délai de 3 ans.

² Le canton peut accorder au cas par cas des allègements dans le cas où l'assainissement en radon est disproportionné. Il doit notifier ces cas à l'OFSP.

³ En vue de contrôler le succès de l'assainissement, le propriétaire veille, dans un délai d'une année après son achèvement, à l'exécution d'une mesure de contrôle agréée et en communique les résultats au canton ainsi qu'à l'OFSP.

⁴ Il assume les frais de l'assainissement en radon.

Art. 177 Actions de protection aux postes de travail

¹ Si la valeur de seuil de 1000 Bq/m³ visée à l'art. 165 est dépassée, l'entreprise doit déterminer la concentration intégrée mensuelle de gaz radon à laquelle les employés sont exposés et vérifier cette concentration au moins tous les cinq ans.

² Si la concentration intégrée mensuelle de gaz radon à laquelle est exposée une personne à son poste de travail est supérieure à 170 kBq/m³, l'entreprise prend des mesures organisationnelles ou techniques.

³ Si, malgré ces mesures, la concentration intégrée mensuelle de gaz radon à laquelle est exposée une personne à son poste de travail est supérieure à 170 kBq/m³, la personne est à considérer comme professionnellement exposée aux radiations.

Chapitre 4 Matières radioactives naturelles (NORM)

Art. 178 Branches industrielles concernées

¹ Les branches industrielles qui utilisent des matières radioactives naturelles (NORM) sont notamment:

- a. les installations de filtration des eaux souterraines;
- b. la production de gaz naturel;
- c. la production d'énergie géothermique;
- d. l'industrie du zircon et du zirconium;
- e. la fabrication de ciment et les activités de fonderie.

² Dans les branches industrielles visées à l'al. 1, les entreprises veillent à ce que des mesures soient effectuées afin de déterminer si:

- a. le personnel est professionnellement exposé aux radiations conformément à l'art. 63, al. 1;
- b. l'activité est soumise à autorisation conformément à l'art. 21, al. 2.

³ Les résultats des mesures doivent être notifiés à l'autorité de surveillance.

⁴ L'autorité de surveillance peut effectuer des mesures par sondage dans les branches industrielles concernées par les NORM.

Art. 179 Matériaux de construction

¹ Les matériaux de construction dont l'indice de concentration d'activité est inférieur ou égal à 1 peuvent être mis sur le marché sans limitation. Ceux dont l'indice est supérieur à 1 doivent être notifiés à l'OFSP.

² La mise sur le marché de matériaux de construction qui peuvent conduire à un dépassement du niveau de référence fixé à l'art. 158 n'est pas licite.

³ L'OFSP peut effectuer par sondage des mesures de l'indice de concentration d'activité dans les matériaux de construction.

Chapitre 5 Contamination durable après un accident

Art. 180

L'OFSP prépare les mesures à long terme que devront prendre la Confédération et les cantons en vue de maîtriser les conséquences de l'accident après le passage d'une situation d'exposition d'urgence à une situation d'exposition existante conformément à l'art. 153, al. 5.

Chapitre 6 Dépassement dans les denrées alimentaires des quantités maximales associées à un événement

Art. 181

¹ Lorsque les autorités cantonales d'exécution observent, dans une situation d'exposition d'urgence ou dans la situation d'exposition existante qui en découle, un dépassement dans les denrées alimentaires d'une quantité maximale associée à un événement, ils en informent l'OSAV.

² L'OSAV informe l'OFSP et les autres cantons des notifications qui lui parviennent au terme de l'al. 1.

Titre 6 Surveillance et consultation

Chapitre 1 Surveillance

Section 1 Autorités de surveillance

Art. 182

¹ L'OFSP, la Suva, l'IFSN et l'OFAC sont compétents pour la surveillance visée dans la présente ordonnance.

² L'OFSP exerce la surveillance sur les entreprises qui ne sont pas sous la surveillance de la Suva, de l'IFSN ou de l'OFAC, notamment:

- a. les entreprises médicales;
- b. les instituts de recherche et d'enseignement.

³ L'IFSN exerce la surveillance sur:

- a. les installations nucléaires;
- b. les études géologiques visées à l'art. 35 de la LENu³⁹;
- c. la réception et l'expédition de substances radioactives en provenance ou à destination d'installations nucléaires.

⁴ La Suva exerce la surveillance sur les entreprises industrielles et artisanales.

⁵ Les autorités de surveillance visées aux al. 2 à 4 coordonnent l'exécution et se concertent en cas de doute concernant la compétence. A cet effet elles se rencontrent régulièrement.

⁶ L'OFAC exerce la surveillance sur les compagnies aériennes en ce qui concerne le contrôle du personnel navigant professionnellement exposé aux radiations.

Section 2 Devoirs

Art. 183 Devoirs d'archivage et d'information

Les autorités de surveillance ont l'obligation d'archiver la documentation concernant l'octroi des autorisations, les adaptations de celles-ci ainsi que la surveillance. Elles mettent à disposition des autorités délivrant les autorisations, sur demande et en tout temps, la documentation dont ces dernières ont besoin.

Art. 184 Informations concernant les événements d'intérêt public

L'autorité de surveillance veille à ce que les personnes et les cantons concernés ainsi que la population soient informés à temps au sujet des événements d'intérêt public.

Section 3 Contrôles

Art. 185 Principe

Les autorités de surveillance contrôlent par sondage et de façon graduée en fonction du niveau de risque si les prescriptions sont respectées et si la protection de l'être humain et de l'environnement contre les dangers des rayonnements ionisants est garantie.

Art. 186 Obligations de collaboration

¹ Toutes les informations requises pour le contrôle sont à remettre gratuitement à l'autorité de surveillance et tous les appareils, objets et dossiers sont à mettre à sa disposition.

² L'accès aux installations, aux appareillages et aux secteurs doit leur être donné, dans la mesure où cela est nécessaire pour l'exécution des contrôles.

Art. 187 Recours à des tiers

L'OFSP peut confier l'exécution de contrôles à des tiers, notamment:

- a. aux entreprises qui effectuent l'assurance de qualité sur les installations à usage diagnostique;
- b. aux experts qui réalisent les audits cliniques.

Art. 188 Contrôle des importations, des exportations et du transit

¹ Lors de l'importation, de l'exportation et du transit, les bureaux de douane vérifient, dans le cadre de leurs contrôles, si l'entreprise dispose d'une autorisation de transport de sources radioactives.

² Ils contrôlent, sur demande de l'autorité de surveillance, si les marchandises importées, exportées ou en transit satisfont aux exigences de la présente ordonnance.

³ De concert avec la Direction générale des douanes, l'OFSP organise des contrôles périodiques ciblés visant à vérifier les marchandises importées, exportées et en transit ainsi que les personnes lors de leur entrée.

⁴ L'OFSP coordonne, avec l'appui de la Direction générale des douanes et du laboratoire de Spiez, les besoins en dispositifs de mesure, leur acquisition ainsi que leur entretien, et prépare l'engagement dans des situations particulières.

⁵ L'OFSP est compétent pour l'approbation des conventions réglant la reprise éventuelle de déchets radioactifs visée à l'art. 25, al. 3, let. d, LRaP.

⁶ En accord avec les autorités délivrant les autorisations, la Direction générale des douanes établit des directives concernant le contrôle de l'importation, de l'exportation et du transit de sources radioactives.

⁷ L'Administration fédérale des douanes met à disposition des autorités de surveillance et des autorités délivrant les autorisations, sur demande et dans la mesure où cela est nécessaire pour l'exécution de la présente ordonnance, les données concernant les déclarations en douane.

Section 4 Surveillance du rayonnement ionisant et de la radioactivité dans l'environnement

Art. 189 Compétence

¹ L'OFSP surveille les rayonnements ionisants et la radioactivité dans l'environnement.

² L'IFSN surveille en plus les rayonnements ionisants et la radioactivité au voisinage des installations nucléaires.

³ Pour déterminer l'exposition de la population à la radioactivité dans l'environnement, l'OFSP effectue des mesures dans des milieux d'échantillonnage adéquats, tels que les particules en suspension dans l'air, l'eau destinée à la consommation humaine ou les denrées alimentaires. A cet effet il peut collaborer avec les cantons.

Art. 190 Réseaux automatiques de mesure pour la surveillance de l'environnement à proximité des centrales nucléaires

¹ L'IFSN exploite un réseau automatique de mesure pour surveiller les rayonnements ionisants à proximité immédiate des centrales nucléaires.

² L'OFSP exploite également un réseau automatique de mesure pour surveiller la radioactivité de l'environnement. En collaboration avec l'IFSN, il formule les exigences applicables à ce réseau de mesure en matière de surveillance de l'environnement à proximité des centrales nucléaires.

³ Les exploitants de centrales nucléaires supportent les coûts d'acquisition et d'exploitation des réseaux automatiques de mesure pour la surveillance de la radioactivité dans les zones de protection d'urgence conformément à l'ordonnance du 20

octobre 2010 sur la protection en cas d'urgence au voisinage des installations nucléaires⁴⁰.

⁴ Sont considérés comme coûts d'acquisition les coûts pour l'achat des appareils, hormis ceux qui sont associés à la planification. Sont considérés comme coûts d'exploitation les coûts de location des sites et ceux liés à la garantie de la sécurité des informations, à l'entretien, à la réparation et à l'alimentation électrique.

⁵ L'OFSP et l'IFSN mettent chaque année à la charge de chacun des exploitants les coûts de l'année précédente associés à leurs stations de mesure respectives.

Art. 191 Programme de prélèvement d'échantillons et de mesures

¹ L'OFSP établit, pour les situations d'exposition planifiée et existante, un programme de prélèvement d'échantillons et de mesures en collaboration avec l'IFSN, la Suva, la CENAL et les cantons.

² Les laboratoires de la Confédération (l'IPS, l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux ainsi que le Laboratoire de Spiez) sont tenus de collaborer à l'exécution dudit programme et de tenir en permanence à disposition le personnel et les moyens matériels nécessaires. A cet effet, il peut être fait appel à des tiers.

Art. 192 Collecte des données, appréciation de la situation radiologique et rapport

¹ L'IFSN, la Suva, la CENAL, les cantons et les laboratoires participants mettent à la disposition de l'OFSP, sous une forme interprétée, les données qu'ils ont collectées dans le cadre de la surveillance.

² Se basant sur les résultats du programme de surveillance visé à l'art. 191, l'OFSP évalue la situation radiologique. Il calcule et contrôle les doses accumulées par la population. Sont réservées les dispositions de l'ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN⁴¹ applicables dans les situations d'exposition d'urgence.

³ Il détermine l'exposition du public sur la base des annexes 3 et 6.

⁴ Il établit et publie chaque année un rapport sur les résultats de la surveillance de la radioactivité et sur les doses de rayonnements qui en résultent pour la population.

Art. 193 Seuils d'investigation pour la surveillance de l'environnement

¹ Si l'on constate des concentrations de radionucléides artificiels dans l'environnement qui peuvent conduire, pour les membres du public, à une dose efficace supérieure à 10 µSv par an par une voie d'exposition donnée,

- a. l'OFSP est tenu d'en rechercher la cause et d'en informer l'autorité de surveillance concernée, et
- b. l'autorité de surveillance concernée doit ordonner, quand cela est possible, que des mesures d'optimisation visant à réduire le rejet soient prises.

⁴⁰ SR 732.33

⁴¹ SR 520.17

² Si l'on constate des concentrations de radionucléides naturels dans l'eau de boisson qui peuvent conduire à une dose efficace supérieure à 100 μSv par an pour les membres de la population ou, dans le cas du radon, une concentration supérieure à 100 Bq/l, l'OFSP doit:

- a. mettre en place un programme particulier de surveillance afin de contrôler si un risque pour la santé humaine existe, nécessitant des mesures de protection;
- b. si nécessaire, engager des mesures correctives pour améliorer la qualité de l'eau de façon à ce qu'elle corresponde aux exigences de protection sanitaire du point de vue de la radioprotection.

Section 5 Recherche

Art. 194

¹ Après entente mutuelle, les autorités de surveillance peuvent donner des mandats de recherche portant sur les effets des rayonnements et la radioprotection ou participer elles-mêmes à de telles recherches.

² Dans la mesure de leurs possibilités, l'IPS, le laboratoire de Spiez et d'autres services de la Confédération sont à la disposition des autorités de surveillance pour exécuter des mandats de recherche sur les effets des rayonnements et la radioprotection.

Chapitre 2 Commission fédérale de radioprotection

Art. 195

¹ La Commission fédérale de radioprotection (CPR) est une commission consultative permanente au sens de l'art. 8a, al. 2, de l'ordonnance du 25 novembre 1998 sur l'organisation du gouvernement et de l'administration (OLOGA) ⁴².

² Elle tient lieu d'organe consultatif du Conseil fédéral, du DFI, du DETEC, du DDPS, de l'IFSN, des offices intéressés ainsi que de la Suva pour les questions liées à la radioprotection. Dans ce cadre elle assume les tâches suivantes:

- a. elle informe régulièrement la population sur la situation de la radioprotection en Suisse;
- b. elle donne son avis notamment sur:
 1. l'interprétation et l'évaluation des recommandations internationales concernant la radioprotection en vue de leur application en Suisse,
 2. l'élaboration et le développement de principes unifiés d'application des prescriptions concernant la radioprotection,

3. la radioactivité dans l'environnement, les résultats de la surveillance, l'interprétation de ces résultats et les doses de rayonnements qui en résultent pour la population;
 - c. elle élabore, en collaboration avec les associations professionnelles concernées, des recommandations visant à la justification des procédures visées à l'art. 39, al. 1 et 2 et les publie⁴³;
 - d. elle élabore, sur mandat du Conseil fédéral ou des autorités de surveillance, des rapports et des avis.
- ³ Elle est composée d'experts des milieux scientifiques et industriels.
- ⁴ Le Conseil fédéral nomme le président, le vice-président et les autres membres sur proposition du DFI.
- ⁵ La CPR peut proposer au DFI des remplaçants ou des nouveaux membres.
- ⁶ Elle est rattachée administrativement à l'OFSP.
- ⁷ Elle collabore avec la Commission fédérale pour la protection ABC (ComABC) et la Commission fédérale de sécurité nucléaire (CSN). Cette collaboration vise notamment le traitement de tâches communes en matière de radioprotection.
- ⁸ La CPR et ses groupes de travail peuvent faire appel à des experts externes pour l'examen de questions particulières.

Titre 7 Dispositions pénales

Art. 196

- ¹ Sera puni conformément à l'art. 44, al. 1, let. f, LRaP, celui qui intentionnellement:
- a. aura mélangé, sans autorisation, des substances radioactives à des matériaux inactifs dans le seul but de ne pas devoir les éliminer comme déchets radioactifs (art. 121);
 - b. aura exercé, sans posséder la formation requise par les art. 9 à 12, des activités pouvant présenter un danger dû à des rayonnements ionisants;
 - c. aura exploité un service de dosimétrie individuelle non agréé (art. 80);
 - d. aura exploité un service de dosimétrie individuelle et enfreint les devoirs incombant à un tel service visés aux art. 83 à 85;
 - e. n'aura pas mentionné dans la déclaration en douane les indications exigées par l'art. 115, n'aura pas déclaré des marchandises radioactives ou aura intentionnellement fait de fausses déclarations.

² Est passible d'une amende jusqu'à concurrence de 20 000 francs celui qui intentionnellement n'aura pas assumé les tâches qui lui auront été assignées en vertu de l'art. 20, al. 2, let. b, LRaP.

Titre 8 Dispositions finales

Art. 197 Abrogation d'un autre acte

L'ordonnance du 22 juin 1994 sur la radioprotection⁴⁴ est abrogée.

Art. 198 Modification d'autres actes

La modification d'autres actes est réglementée à l'annexe 10.

Art. 199 Dispositions transitoires

¹ Les autorisations délivrées avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance restent valables jusqu'à leur renouvellement ou leur expiration. Toutefois leur contenu se base sur les prescriptions de la présente ordonnance.

² Les prescriptions de la présente ordonnance s'appliquent aux procédures pendantes au moment de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

³ Les matériaux qui ont été libérés avant l'entrée en vigueur de la présente ordonnance peuvent être traités comme des substances inactives (art. 118).

⁴ Les premiers audits cliniques (art. 52) doivent être effectués dans un délai de trois ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

⁵ Les titulaires d'une autorisation concernés par les audits cliniques doivent pouvoir présenter le manuel d'assurance de qualité visé à l'art. 55, al. 2 et 3, dans un délai de deux ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance.

⁶ Le titulaire d'une autorisation pour des sources de haute activité doit:

- a. notifier à l'autorité de surveillance, dans un délai de deux ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, les données indiquées à l'art. 109 en vue de l'établissement de l'inventaire;
- b. notifier à l'autorité de surveillance, dans un délai de deux ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, quelles mesures de sécurité et de sûreté visées à l'article 111 ont été prises.

⁷ Dans les entreprises présentant une forte probabilité de survenue d'une source radioactive orpheline, les mesures visées à l'art. 116 doivent être prises dans un délai de trois ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance, et une autorisation doit être requise pour l'activité en question.

⁸ Les déchets radioactifs qui se trouvent déjà dans un stockage pour décroissance au moment de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance peuvent être entreposés jusqu'à ce que leur activité tombe en-dessous de la limite de libération.

⁹ Les cantons adaptent leur procédure d'autorisation de construire dans un délai de deux ans à partir de l'entrée en vigueur de la présente ordonnance afin de satisfaire aux exigences de l'art. 172, al. 2.

⁴⁴ RO 1994 1947, 1995 4959, 1996 2129, 2000 107 934 2894, 2001 3294, 2005 601 2885, 2007 1469 5651, 2008 3153 5747, 2010 5191 5395, 2011 5227, 2012 7065 7157, 2013 3041 3407

Art. 200 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le ...

...

Au nom du Conseil fédéral:

La Présidente de la Confédération, Simo-
netta Sommaruga

La Chancelière de la Confédération, Corina
Casanova

Définition de termes techniques

Remarque préliminaire

Les définitions sont présentées par ordre alphabétique.

Concentration intégrée de gaz radon (en kBq/m³)

Produit de la concentration de gaz radon mesurée et de la durée de l'exposition d'une personne à cette concentration.

Dosimètre individuel actif

Dosimètre individuel électronique permettant une lecture directe de la dose accumulée ainsi que d'autres informations dosimétriques selon son utilisation.

Emetteur parasite

Appareils ou installations dans lesquels sont accélérés exclusivement des électrons et qui produisent des rayons X sans qu'ils soient exploités à cet effet. Les microscopes électroniques sont également considérés comme émetteurs parasites.

Indice de concentration d'activité dans les matériaux de construction

L'indice de concentration d'activité pour les rayonnements gamma émis par les matériaux de construction s'obtient à l'aide de la formule suivante: $I = CRa226/300 \text{ Bq/kg} + CTh232/200 \text{ Bq/kg} + CK40/3000 \text{ Bq/kg}$, où CRa226, CTh232 et CK40 sont les concentrations d'activité en Bq/kg des radionucléides correspondant dans le matériau de construction.

Mesure de tri

Procédé de mesure utilisé pour mettre en évidence une incorporation sans déterminer la dose efficace correspondante. En cas de dépassement d'une valeur de seuil fixée à l'avance, une mesure d'incorporation, comprenant la détermination de la dose efficace engagée correspondante, doit être effectuée.

Niveau de référence diagnostique

Valeur directrice de dose servant à l'optimisation lors d'expositions médicales diagnostiques ou interventionnelles ou, dans le cas de produits radiopharmaceutiques, valeurs directrices d'activité. Les niveaux de référence diagnostiques sont fixés pour des examens types sur un groupe de patients de mensurations standards ou sur des «fantômes» types, pour des types d'appareils définis de manière générale.

Préparation d'un produit radiopharmaceutique

Processus par lequel le produit radiopharmaceutique final est obtenu dans le respect des dispositions relatives au marquage définies dans l'enregistrement de la trousse de marquage à des fins diagnostiques.

Produits radiopharmaceutiques

Médicament qui contient des radionucléides dont les rayonnements sont utilisés à des fins diagnostiques ou thérapeutiques. Sont réputés produits radiopharmaceutiques au sens de la présente ordonnance, notamment:

- a. les produits pharmaceutiques qui contiennent, sous forme directement utilisable, un ou plusieurs radionucléides;
- b. les composants non radioactifs (kits) qui sont utilisés pour fabriquer des produits radiopharmaceutiques par marquage avec des radionucléides immédiatement avant l'application à l'être humain;
- c. les générateurs de radionucléides possédant un nucléide mère fixé produisant un nucléide fille qui peut être extrait par élution ou par un autre procédé et qui sert à la préparation d'un produit radiopharmaceutique;
- d. les radionucléides qui servent directement ou comme précurseurs au marquage radioactif d'autres substances (composés entraîneurs, cellules, protéines plasmiques) avant leur application.

Radiologie interventionnelle

Utilisation de techniques d'imagerie impliquant des rayonnements ionisants pour faciliter l'introduction et le guidage des dispositifs à l'intérieur de l'organisme à des fins diagnostiques ou thérapeutiques. En font également partie les interventions dans des domaines de spécialité hors de la radiologie, p. ex., en angiologie, en chirurgie, en gastroentérologie, en cardiologie, en orthopédie, en traitement interventionnel de la douleur et en urologie.

Radon

Isotope radon-222.

Synthèse d'un produit radiopharmaceutique final

Toutes les étapes de la synthèse d'un radiopharmaceutique prêt à l'emploi (produit radiopharmaceutique final), en particulier l'insertion de l'isotope radioactif dans une molécule (p. ex., formation d'une liaison covalente, formation d'un complexe ou obtention du niveau nécessaire d'oxydation du radionucléide par réduction/oxydation).

Annexe 2
(art 2, al. 1, let. i, 23, let. i et 128)

Limites de libération pour les radionucléides naturels

Limite de libération pour les radionucléides naturels sous forme solide qui se trouvent en équilibre séculaire avec leurs nucléides de filiation:

Radionucléides naturels de la chaîne de l'U-238	1000 Bq kg ⁻¹
Radionucléides naturels de la chaîne du Th-232	1000 Bq kg ⁻¹
K-40	10 000 Bq kg ⁻¹

Annexe 3
(art. 2, al. 1, let. i et j)

Données pour la radioprotection opérationnelle, limites de libération, limites d'autorisation et valeurs directrices

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation			Limite de libération		Limite d'autorisation		Valeurs directrices		
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	h _{0,07} (mSv/h)/Bq/g	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
H-3, OBT	12.32 a	β ⁻	4.10 E-11	4.20 E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	1.00 E+08	2.00 E+05	1000	
H-3, HTO		β ⁻	1.80 E-11	1.80 E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	3.00 E+08	5.00 E+05	1000	
H-3, gaz [7]		β ⁻	1.80 E-15		<0.001	<1	<0.1		3.00 E+12	5.00 E+09		
Be-7	53.22 d	ec / ph	4.60 E-11	2.80 E-11	0.008	<1	0.1	1.E+01	1.00 E+08	2.00 E+05	100	
Be-10	1.51 E6 a	β ⁻	1.90 E-08	1.10 E-09	<0.001	2000	1.6	1.E+02	3.00 E+05	4.00 E+02	3	
C-11	20.39 min	ec, β ⁺ / ph	3.20 E-12	2.40 E-11	0.160	1000	1.7	1.E+01 [1]	7.00E+07	7.00 E+04	[3]	3
C-11 monoxyde			1.2 E-12						7.00E+07	7.00 E+04	[3]	
C-11 dioxyde			2.2 E-12						7.00E+07	7.00 E+04	[3]	
C-14	5.70 E3 a	β ⁻	5.80 E-10	5.80 E-10	<0.001	200	0.3	1.E+00	1.00E+07	1.00 E+04		30
C-14 monoxyde			8.00 E-13						8.00E+09	1.00 E+07		
C-14 dioxyde			6.50 E-12						9.00E+08	1.00 E+06		
N-13	9.965 min	ec, β ⁺ / ph			0.160	1000	1.7	1.E+02 [1]	7.00E+07	7.00 E+04	[3]	3
O-15	122.24 s	ec, β ⁺ / ph			0.161	1000	1.7	1.E+02 [1]	7.00E+07	7.00 E+04	[3]	3
F-18	109.77 min	ec, β ⁺ / ph	9.30 E-11	4.90 E-11	0.160	2000	1.7	1.E+01 [1]	7.00E+07	7.00 E+04	[3]	3
Na-22	2.6019 a	ec, β ⁺ / ph	2.00 E-09	3.20 E-09	0.330	2000	1.6	1.E-01	3.00E+06	4.00 E+03		3
Na-24	14.9590 h	β ⁻ / ph	5.30 E-10	4.30 E-10	0.506	1000	1.9	1.E+00	1.00E+07	2.00 E+04		3
Mg-28 / Al-28	20.915 h	β ⁻ / ph	1.70 E-09	2.20 E-09	0.529	2000	3.1	1.E+01 [2]	4.00E+06	5.00 E+03		3
Al-26	7.17 E5 a	ec, β ⁺ / ph	1.40 E-08	3.50 E-09	0.382	1000	1.5	1.E-01	4.00E+05	6.00 E+02		3
Si-31	157.3 min	β ⁻ / ph	1.10 E-10	1.60 E-10	<0.001	1000	1.6	1.E+03	5.00E+07	8.00 E+04		3

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		Limite de saturation		d'autori-Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	h _{c0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Si-32	132 a	β ⁻	5.50 E-08	5.60 E-10	<0.001	500	0.6	1.E+02 [2]	1.00E+05	2.00 E+02	10		→ P-32	
P-30	2.498 min	ec, β ⁺ / ph			0.371	900	1.7				3			
P-32	14.263 d	β ⁻	2.90E-09	2.40E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03	2.00E+06	3.00E+03	3			
P-33	25.34 d	β ⁻	1.30E-09	2.40E-10	<0.001	700	0.8	1.E+03	5.00E+06	6.00E+03	10			
S-35 (inorg.)	87.51 d	β ⁻	1.10E-09	1.90E-10	<0.001	200	0.3	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03	30			
S-35 (org.)	87.51 d	β ⁻	1.20E-10	7.70E-10	<0.001	200	0.3	1.E+02	5.00E+07	7.00E+04	30			
Cl-36	3.01 E5 a	β ⁻ , ec, β ⁺ / ph	5.10E-09	9.30E-10	<0.001	1000	1.5	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3			
Cl-38	37.24 min	β ⁻ / ph	7.30E-11	1.20E-10	1.551	1000	1.8	1.E+01 [1]	4.00E+07	4.00E+04 [3]	3			
Cl-39	55.6 min	β ⁻ / ph	7.60E-11	8.50E-11	0.241	1000	1.7	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		→ Ar-39	
Ar-37	35.04 d	ec / ph			<0.001	<1	<0.1	1.E+06 [1]	6.00E+13	6.00E+10				
Ar-39	2.69 a	β ⁻			<0.001	2000	1.5	1.E+07 [1]	6.00E+09	6.00E+06 [4]				
Ar-41	109.61 min	β ⁻ / ph			0.188	1000	1.7	1.E+02 [1]	5.00E+07	5.00E+04				
K-38	7.636 min	ec, β ⁺ / ph			0.480	1000	1.8				3			
K-40	1.251 E9 a	β ⁻ , ec, β ⁺ / ph	3.00E-09	6.20E-09	0.022	1000	1.5	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3			
K-42	12.360 h	β ⁻ / ph	2.00E-10	4.30E-10	0.464	1000	1.7	1.E+02	3.00E+07	4.00E+04	3			
K-43	22.3 h	β ⁻ / ph	2.60E-10	2.50E-10	0.152	1000	1.6	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	3			
K-44	22.13 min	β ⁻ / ph	3.70E-11	8.40E-11	1.553	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3			
K-45	17.3 min	β ⁻ / ph	2.80E-11	5.40E-11	0.302	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3			
Ca-41	1.02 E5 a	ec / ph	1.90E-10	2.90E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	3.00E+07	4.00E+04	1000			
Ca-45	162.67 d	β ⁻	2.30E-09	7.60E-10	<0.001	700	0.8	1.E+02 [2]	3.00E+06	4.00E+03	10			
Ca-47	4.536 d	β ⁻ / ph	2.10E-09	1.60E-09	0.156	1000	1.6	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	3		→ Sc-47	
Sc-43	3.891 h	ec, β ⁺ / ph	1.80E-10	1.90E-10	0.174	1000	1.4	1.E+01 [1]	3.00E+07	5.00E+04	3			
Sc-44	3.97 h	ec, β ⁺ / ph	3.00E-10	3.50E-10	0.324	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3			
Sc-44m	58.61 h	it, ec / ph	2.00E-09	2.40E-09	0.045	200	0.2	1.E+01 [2]	3.00E+06	4.00E+03	30		→ Sc-44 [6]	
Sc-46	83.79 d	β ⁻ / ph	4.80E-09	1.50E-09	0.299	1000	1.2	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	3			
Sc-47	3.3492 d	β ⁻ / ph	7.30E-10	5.40E-10	0.017	1000	1.3	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3			
Sc-48	43.67 h	β ⁻ / ph	1.60E-09	1.70E-09	0.495	2000	1.7	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	3			
Sc-49	57.2 min	β ⁻ / ph	6.10E-11	8.20E-11	0.001	1000	1.6	1.E+03 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3			
Ti-44	60.0 a	ec / ph	7.20E-08	5.80E-09	0.026	2	<0.1	1.E-01 [2]	8.00E+04	1.00E+02	30		→ Sc-44 [6]	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Ti-45	184.8 min	ec, β ⁺ / ph	1.50E-10	1.50E-10	0.136	1000	1.5	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3		
V-47	32.6 min	ec, β ⁺ / ph	5.00E-11	6.30E-11	0.156	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
V-48	15.9735 d	ec, β ⁺ / ph	2.70E-09	2.00E-09	0.432	900	1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	10		
V-49	330 d	ec / ph	2.60E-11	1.80E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+04	2.00E+08	3.00E+05	1000		
Cr-48	21.56 h	ec, β ⁺ / ph	2.50E-10	2.00E-10	0.071	50	0.1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	100	→ V-48 [6]	
Cr-49	42.3 min	ec, β ⁺ / ph	5.90E-11	6.10E-11	0.166	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ V-49	
Cr-51	27.7025 d	ec / ph	3.60E-11	3.80E-11	0.005	3	<0.1	1.E+02	2.00E+08	2.00E+05	1000		
Mn-51	46.2 min	ec, β ⁺ / ph	6.80E-11	9.30E-11	0.159	1000	1.7	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Cr-51	
Mn-52	5.591 d	ec, β ⁺ / ph	1.80E-09	1.80E-09	0.510	600	0.7	1.E+00	3.00E+06	5.00E+03	10		
Mn-52m	21.1 min	ec, β ⁺ , it / ph	5.00E-11	6.90E-11	0.389	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Mn-52	
Mn-53	3.7 E6 a	ec / ph	3.60E-11	3.00E-11	<0.001	20	<0.1	1.E+02	2.00E+08	2.00E+05	1000		
Mn-54	312.12 d	ec, β ⁺ , β ⁻ / ph	1.20E-09	7.10E-10	0.126	10	0.1	1.E-01	5.00E+06	7.00E+03	100		
Mn-56	2.5789 h	β ⁻ / ph	2.00E-10	2.50E-10	0.275	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3		
Fe-52	8.275 h	ec, β ⁺ / ph	9.50E-10	1.40E-09	0.116	900	1	1.E+01 [2]	6.00E+06	9.00E+03	10	→ Mn-52m [6]	
Fe-55	2.737 a	ec / ph	9.20E-10	3.30E-10	<0.001	20	<0.1	1.E+03	7.00E+06	9.00E+03	1000		
Fe-59	44.495 d	β ⁻ / ph	3.20E-09	1.80E-09	0.175	1000	1.1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3		
Fe-60	1.5 E6 a	β ⁻	3.30E-07	1.10E-07	<0.001	90	0.3	1.E+01	2.00E+04	3.00E+01	3	→ Co-60m [10]	
Co-55	17.53 h	ec, β ⁺ / ph	8.30E-10	1.10E-09	0.302	1000	1.4	1.E+01	7.00E+06	1.00E+04	3	→ Fe-55	
Co-56	77.23 d	ec, β ⁺ / ph	4.90E-09	2.50E-09	0.485	300	0.6	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	10		
Co-57	271.74 d	ec / ph	6.00E-10	2.10E-10	0.021	100	0.1	1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	100		
Co-58	70.86 d	ec, β ⁺ / ph	1.70E-09	7.40E-10	0.147	300	0.3	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	30		
Co-58m	9.04 h	it / ph	1.70E-11	2.40E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+04	4.00E+08	5.00E+05	1000	→ Co-58 [6]	
Co-60	5.2713 a	β ⁻ / ph	1.70E-08	3.40E-09	0.366	1000	1.1	1.E-01	4.00E+05	5.00E+02	3		
Co-60m	10.467 min	it, β ⁻ / ph	1.20E-12	1.70E-12	0.001	20	<0.1	1.E+03	5.00E+09	7.00E+06	1000	→ Co-60 [6]	
Co-61	1.650 h	β ⁻ / ph	7.50E-11	7.40E-11	0.017	1000	1.6	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		
Co-62m	13.91 mim	β ⁻ / ph	3.70E-11	4.70E-11	0.436	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3		
Ni-56	6.075 d	ec, β ⁺ / ph	9.60E-10	8.60E-10	0.260	60	0.1	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	100	→ Co-56 [6]	
Ni-57	35.60 h	ec, β ⁺ / ph	7.60E-10	8.70E-10	0.278	700	0.8	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	10	→ Co-57	
Ni-59	1.01 E5 a	ec, β ⁺ / ph	2.20E-10	6.30E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+02	3.00E+07	4.00E+04	1000		

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation			Limite de libération			Limite d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	h _{c0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ni-63	100.1 a	β ⁻	5.20E-10	1.50E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+02	1.00E+07	2.00E+04	1000	
Ni-65	2.51719 h	β ⁻ / ph	1.30E-10	1.80E-10	0.081	1000	1.6	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	3	
Ni-66 / Cu-66	54.6 h	β ⁻ / ph	1.90E-09	3.00E-09	0.039	2000	2.2	1.E+03 [2]	3.00E+06	4.00E+03	3	
Cu-60	23.7 min	ec, β ⁺ / ph	6.20E-11	7.00E-11	0.596	1000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Cu-61	3.333 h	ec, β ⁺ / ph	1.20E-10	1.20E-10	0.128	900	1.1	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3	
Cu-64	12.700 h	ec, β ⁺ , β ⁻ / ph	1.50E-10	1.20E-10	0.030	900	0.8	1.E+02	4.00E+07	6.00E+04	10	
Cu-67	61.83 h	β ⁻ / ph	5.80E-10	3.40E-10	0.018	1000	1.4	1.E+02	1.00E+07	1.00E+04	3	
Zn-62 / Cu-62	9.186 h	ec, β ⁺ / ph	6.60E-10	9.40E-10	0.319	1000	1.9	1.E+02 [2]	9.00E+06	1.00E+04	3	
Zn-63	38.47 min	ec, β ⁺ / ph	6.10E-11	7.90E-11	0.175	1000	1.6	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	
Zn-65	244.06 d	ec, β ⁺ / ph	2.80E-09	3.90E-09	0.086	40	0.1	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	100	
Zn-69	56.4 min	β ⁻	4.30E-11	3.10E-11	<0.001	1000	1.6	1.E+03	1.00E+08	2.00E+05	3	
Zn-69m	13.76 h	it, β ⁻ / ph	3.30E-10	3.30E-10	0.067	70	0.1	1.E+01 [2]	2.00E+07	3.00E+04	100	→ Zn-69
Zn-71m	3.96 h	β ⁻ / ph	2.40E-10	2.40E-10	0.240	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	3.00E+04	3	
Zn-72	46.5 h	β ⁻ / ph	1.50E-09	1.40E-09	0.026	900	0.9	1.E+00 [2]	4.00E+06	6.00E+03	10	→ Ga-72 [6]
Ga-65	15.2 min	ec, β ⁺ / ph	2.90E-11	3.70E-11	0.183	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Zn-65
Ga-66	9.49 h	ec, β ⁺ / ph	7.10E-10	1.20E-09	0.877	600	1.1	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	3	
Ga-67	3.2612 d	ec / ph	2.80E-10	1.90E-10	0.025	30	0.3	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	30	
Ga-68	67.71 min	ec, β ⁺ / ph	8.10E-11	1.00E-10	0.149	1000	1.5	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3	
Ga-70	21.14 min	β ⁻ , ec / ph	2.60E-11	3.10E-11	0.001	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	
Ga-72	14.10 h	β ⁻ / ph	8.40E-10	1.10E-09	0.386	1000	1.7	1.E+01	7.00E+06	1.00E+04	3	
Ga-73	4.86 h	β ⁻ / ph	2.00E-10	2.60E-10	0.052	1000	1.6	1.E+02 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	
Ge-66	2.26 h	ec, β ⁺ / ph	1.30E-10	1.00E-10	0.108	400	0.5	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	10	→ Ga-66 [6]
Ge-67	18.9 min	ec, β ⁺ / ph	4.20E-11	6.50E-11	0.407	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Ga-67
Ge-68	270.95 d	ec / ph	7.90E-09	1.30E-09	<0.001	10	<0.1	1.E+01 [2]	8.00E+05	1.00E+03	300	→ Ga-68 [6]
Ge-69	39.05 h	ec, β ⁺ / ph	3.70E-10	2.40E-10	0.132	500	0.6	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	10	
Ge-71	11.43 d	ec / ph	1.10E-11	1.20E-11	<0.001	10	<0.1	1.E+04 [1]	5.00E+08	8.00E+05	1000	
Ge-75	82.78 min	β ⁻ / ph	5.40E-11	4.60E-11	0.006	1000	1.6	1.E+03	1.00E+08	2.00E+05	3	
Ge-77	11.30 h	β ⁻ / ph	4.50E-10	3.30E-10	0.163	1000	1.6	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	3	
Ge-78	88 min	β ⁻ / ph	1.40E-10	1.20E-10	0.045	1000	1.5	1.E+02 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3	→ As-78 [6]
As-69	15.23 min	ec, β ⁺ / ph	3.50E-11	5.70E-11	0.250	900	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Ge-69

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
As-70	52.6 min	ec, β ⁺ / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.603	1000	1.7	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3		
As-71	65.28 h	ec, β ⁺ / ph	5.00E-10	4.60E-10	0.088	700	0.7	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	10	→ Ge-71	
As-72	26.0 h	ec, β ⁺ / ph	1.30E-09	1.80E-09	0.339	900	1.6	1.E+01	5.00E+06	6.00E+03	3		
As-73	80.30 d	ec / ph	6.50E-10	2.60E-10	0.003	20	<0.1	1.E+03 [2]	9.00E+06	1.00E+04	1000		
As-74	17.77 d	ec, β ⁺ , β ⁻ / ph	1.80E-09	1.30E-09	0.117	900	1.1	1.E+01	3.00E+06	5.00E+03	3		
As-76	1.0778 d	β ⁻ / ph	9.20E-10	1.60E-09	0.132	1000	1.6	1.E+01	7.00E+06	9.00E+03	3		
As-77	38.83 h	β ⁻ / ph	4.20E-10	4.00E-10	0.001	1000	1.5	1.E+03	1.00E+07	2.00E+04	3		
As-78	90.7 min	β ⁻ / ph	1.40E-10	2.10E-10	0.804	1000	1.7	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3		
Se-70	41.1 min	ec, β ⁺ / ph	1.20E-10	1.40E-10	0.158	900	1.3	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3	→ As-70 [6]	
Se-73	7.15 h	ec, β ⁺ / ph	2.40E-10	3.90E-10	0.174	900	1.2	1.E+01 [1]	3.00E+07	3.00E+04	3	→ As-73	
Se-73m	39.8 min	it, ec, β ⁺ / ph	2.70E-11	4.10E-11	0.038	300	0.4	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Se-73	
Se-75	119.779 d	ec / ph	1.70E-09	2.60E-09	0.064	80	0.1	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	100		
Se-79	2.95 E5 a	β ⁻	3.10E-09	2.90E-09	<0.001	200	0.4	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	10		
Se-81	18.45 min	β ⁻ / ph	2.40E-11	2.70E-11	0.002	1000	1.6	1.E+03 [1]	3.00E+08	3.00E+05	3		
Se-81m	57.28 min	it, β ⁻	6.80E-11	5.90E-11	0.004	100	1.1	1.E+03 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3	→ Se-81	
Se-83	22.3 min	β ⁻ / ph	5.30E-11	5.10E-11	0.362	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Br-83	
Br-74	25.4 min	ec, β ⁺ / ph	6.80E-11	8.40E-11	1.022	1000	1.8	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3		
Br-74m	46 min	ec, β ⁺ / ph	1.10E-10	1.40E-10	1.347	900	1.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3		
Br-75	96.7 min	ec, β ⁺ / ph	8.50E-11	7.90E-11	0.189	900	1.3	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3	→ Se-75	
Br-76	16.2 h	ec, β ⁺ / ph	5.80E-10	4.60E-10	0.503	700	1.1	1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	3		
Br-77	57.036 h	ec, β ⁺ / ph	1.30E-10	9.60E-11	0.051	60	0.1	1.E+01	5.00E+07	6.00E+04	100		
Br-80	17.68 min	β ⁻ , ec, β ⁺ / ph	1.70E-11	3.10E-11	0.013	1000	1.5	1.E+02 [1]	4.00E+08	5.00E+05	3		
Br-80m	4.4205 h	it / ph	1.00E-10	1.10E-10	0.012	10	<0.1	1.E+03 [2]	6.00E+07	8.00E+04	1000	→ Br-80	
Br-82	35.30 h	β ⁻ / ph	8.80E-10	5.40E-10	0.395	1000	1.4	1.E+00	7.00E+06	9.00E+03	3		
Br-83	2.40 h	β ⁻ / ph	6.70E-11	4.30E-11	0.001	1000	1.5	1.E+03 [2]	9.00E+07	1.00E+05	3		
Br-84	31.80 min	β ⁻ / ph	6.20E-11	8.80E-11	0.923	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3		
Kr-79	35.04 h	ec, β ⁺ / ph			0.042	100	0.2	1.E+01	2.00E+08	2.00E+05			
Kr-81	2.29 E5 a	ec / ph			0.004	8	<0.1	1.E+01	1.00E+10	1.00E+07			
Kr-83m	1.83 h	it / ph			0.002	3	<0.1	1.E+05 [1]	1.00E+12	1.00E+09			
Kr-85	10.756 a	β ⁻ / ph			0.001	1000	1.5	1.E+02	5.00E+09	5.00E+06 [4]			

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		Limite de saturation		d'autori-Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Kr-85m	4.480 h	β ⁻ , it / ph			0.026	1000	1.4	1.E+03	4.00E+08	4.00E+05			→ Kr-85	
Kr-87	76.3 min	β ⁻ / ph			0.501	1000	1.7	1.E+02	7.00E+07	7.00E+04			→ Rb-87	
Kr-88	2.84 h	β ⁻ / ph			0.264	1000	1.5	1.E+02 [1]	2.00E+07	2.00E+04	[5]		→ Rb-88 [6]	
Kr-89	3.15 min	β ⁻ / ph			2.047	900	1.8		3.00E+07	3.00E+04			→ Rb-89 [6]	
Rb-79	22.9 min	ec, β ⁺ / ph	3.00E-11	5.00E-11	0.217	2000	2.1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05		3	→ Kr-79	
Rb-81	4.576 h	ec, β ⁺ / ph	6.80E-11	5.40E-11	0.101	1000	1.2	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05		3	→ Kr-81	
Rb-81m	30.5 min	it, ec, β ⁺ / ph	1.30E-11	9.70E-12	0.006	5	0.3	1.E+03 [1]	5.00E+08	6.00E+05		30	→ Rb-81 [6]	
Rb-82m	6.472 h	ec, β ⁺ / ph	2.20E-10	1.30E-10	0.436	400	0.6	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04		10		
Rb-83	86.2 d	ec / ph	1.00E-09	1.90E-09	0.082	20	<0.1	1.E+00 [2]	6.00E+06	8.00E+03		100		
Rb-84	32.77 d	ec, β ⁺ , β ⁻ / ph	1.50E-09	2.80E-09	0.141	400	0.6	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03		10		
Rb-86	18.642 d	β ⁻ , ec / ph	1.30E-09	2.80E-09	0.014	1000	1.6	1.E+02	5.00E+06	6.00E+03		3		
Rb-87	4.923 E10 a	β ⁻	7.60E-10	1.50E-09	<0.001	1000	1.2	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04		3		
Rb-88	17.78 min	β ⁻ / ph	2.80E-11	9.00E-11	2.314	900	1.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05		3		
Rb-89	15.15 min	β ⁻ / ph	2.50E-11	4.70E-11	0.659	1000	1.8	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05		3	→ Sr-89	
Sr-80 / Rb-80	106.3 min	ec, β ⁺ / ph	2.10E-10	3.50E-10	1.750	900	1.7	1.E+03 [2]	3.00E+07	4.00E+04		3		
Sr-81	22.3 min	ec, β ⁺ / ph	6.10E-11	7.80E-11	0.247	1000	1.6	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05		3	→ Rb-81 [6]	
Sr-82 / Rb-82	25.36 d	ec / ph	7.70E-09	6.10E-09	0.434	900	1.6	1.E+01 [1]	8.00E+05	1.00E+03		3		
Sr-83	32.41 h	ec, β ⁺ / ph	4.90E-10	5.80E-10	0.127	400	0.5	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04		10	→ Rb-83	
Sr-85	64.84 d	ec / ph	6.40E-10	5.60E-10	0.086	20	0.1	1.E+00	9.00E+06	1.00E+04		100		
Sr-85m	67.63 min	it, ec, β ⁺ / ph	7.40E-12	6.10E-12	0.035	70	0.1	1.E+02 [1]	8.00E+08	1.00E+06		100	→ Sr-85	
Sr-87m	2.815 h	it, ec / ph	3.50E-11	3.30E-11	0.053	300	0.3	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05		30	→ Rb-87	
Sr-89	50.53 d	β ⁻	5.60E-09	2.60E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03 [2]	1.00E+06	1.00E+03		3		
Sr-90	28.79 a	β ⁻	7.70E-08	2.80E-08	<0.001	1000	1.4	1.E+00 [2]	8.00E+04	1.00E+02		3	→ Y-90 [6]	
Sr-91	9.63 h	β ⁻ / ph	5.70E-10	7.60E-10	0.117	1000	1.6	1.E+01 [2]	1.00E+07	1.00E+04		3	→ Y-91m, Y-91	
Sr-92	2.66 h	β ⁻ / ph	3.40E-10	4.90E-10	0.194	1000	1.4	1.E+01 [1]	2.00E+07	2.00E+04		3	→ Y-92 [6]	
Y-86	14.74 h	ec, β ⁺ / ph	8.10E-10	9.60E-10	0.515	500	0.8	1.E+00	7.00E+06	1.00E+04		10		
Y-86m	48 min	it, ec, β ⁺ / ph	4.90E-11	5.60E-11	0.034	200	0.1	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05		100	→ Y-86 [6]	
Y-87	79.8 h	ec, β ⁺ / ph	5.30E-10	5.50E-10	0.080	20	<0.1	1.E+01 [2]	1.00E+07	2.00E+04		300		
Y-88	106.65 d	ec, b+ / ph	3.30E-09	1.30E-09	0.380	40	0.2	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03		30		
Y-90	64.10 h	β ⁻	1.70E-09	2.70E-09	0.007	1000	1.6	1.E+03	4.00E+06	5.00E+03		3		

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					LL Bq/g	Limite de libération	Limite sation	d'autori-Valeurs directrices	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	h _{c0,07} (mSv/h)/ (kBq/cm ²)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Y-90m	3.19 h	it, β ⁻ / ph	1.30E-10	1.70E-10	0.098	200	0.2	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	30	→ Y-90	
Y-91	58.51 d	β ⁻ / ph	6.10E-09	2.40E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02	1.00E+06	1.00E+03	3		
Y-91m	49.71 min	it / ph	1.50E-11	1.10E-11	0.082	70	0.1	1.E+02 [1]	4.00E+08	6.00E+05	100	→ Y-91	
Y-92	3.54 h	β ⁻ / ph	2.80E-10	4.90E-10	0.546	1000	1.7	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3		
Y-93	10.18 h	β ⁻ / ph	6.00E-10	1.20E-09	0.098	1000	1.6	1.E+02	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Zr-93	
Y-94	18.7 min	β ⁻ / ph	4.60E-11	8.10E-11	1.111	900	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
Y-95	10.3 min	β ⁻ / ph	2.60E-11	4.60E-11	1.219	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Zr-95 [6]	
Zr-86	16.5 h	ec, β ⁺ / ph	7.00E-10	8.60E-10	0.069	100	0.1	1.E+01 [2]	9.00E+06	1.00E+04	100	→ Y-86 [6]	
Zr-88	83.4 d	ec / ph	4.10E-09	3.30E-10	0.076	50	0.1	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	100	→ Y-88 [6]	
Zr-89	78.41 h	ec, β ⁺ / ph	7.50E-10	7.90E-10	0.182	400	0.5	1.E+01 [1]	8.00E+06	1.00E+04	10		
Zr-93	1.53 E6 a	β ⁻	2.90E-08	2.80E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+01	2.00E+05	3.00E+02	1000	→ Nb-93m	
Zr-95	64.032 d	β ⁻ / ph	4.20E-09	8.80E-10	0.112	1000	1.1	1.E+00 [2]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Nb-95 [6]	
Zr-97	16.744 h	β ⁻ / ph	1.40E-09	2.10E-09	0.027	1000	1.6	1.E+01 [2]	4.00E+06	6.00E+03	3	→ Nb-97	
Nb-88	14.5 min	ec, β ⁺ / ph	5.00E-11	6.30E-11	0.719	1000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Zr-88	
Nb-89	2.03 h	ec, β ⁺ / ph	1.90E-10	3.00E-10	0.392	700	1.3	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Zr-89	
Nb-89m	66 min	ec, β ⁺ / ph	1.20E-10	1.40E-10	0.306	900	1.5	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3	→ Zr-89	
Nb-90	14.60 h	ec, β ⁺ / ph	1.10E-09	1.20E-09	0.574	2000	1.9	1.E+01 [1]	5.00E+06	8.00E+03	3		
Nb-91	680 a	ec, β ⁺ / ph						1.E+02	1.00E+06	2.00E+03	1000		
Nb-91m	60.86 d	it, ec, β ⁺ / ph						1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	300		
Nb-92m	10.15 d	ec, β ⁺ / ph						1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	300		
Nb-93m	16.13 a	it / ph	8.60E-10	1.20E-10	0.003	<1	<0.1	1.E+01	7.00E+06	1.00E+04	1000		
Nb-94	2.03 E4 a	β ⁻ / ph	2.50E-08	1.70E-09	0.237	1000	1.5	1.E-01	2.00E+05	3.00E+02	3		
Nb-95	34.991 d	β ⁻ / ph	1.30E-09	5.80E-10	0.116	100	0.3	1.E+00	5.00E+06	6.00E+03	30		
Nb-95m	3.61 d	it, β ⁻ / ph	8.50E-10	5.60E-10	0.021	2000	1.4	1.E+02	7.00E+06	1.00E+04	3	→ Nb-95 [6]	
Nb-96	23.35 h	β ⁻ / ph	9.70E-10	1.10E-09	0.372	1000	1.6	1.E+00	6.00E+06	9.00E+03	3		
Nb-97	72.1 min	β ⁻ / ph	7.20E-11	6.80E-11	0.099	1000	1.6	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		
Nb-98m	51.3 min	β ⁻ / ph	9.90E-11	1.10E-10	0.393	1000	1.8	1.E+01 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3		
Mo-90	5.56 h	ec, β ⁺ / ph	5.60E-10	6.20E-10	0.147	1000	1.4	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Nb-90 [6]	
Mo-93	4.0 E3 a	ec / ph	1.40E-09	2.60E-09	0.016	4	<0.1	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	100		
Mo-93m	6.85 h	it, ec / ph	3.00E-10	2.80E-10	0.330	800	0.8	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Mo-93	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		Limite	d'autori-Valeurs directrices		
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Mo-99	65.94 h	β ⁻ / ph	1.10E-09	1.20E-09	0.024	1000	1.6	1.E+01 [2]	5.00E+06	8.00E+03	3	→ Tc-99m, Tc-99	
Mo-101	14.61 min	β ⁻ / ph	4.50E-11	4.20E-11	0.196	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Tc-101	
Tc-93	2.75 h	ec, β ⁺ / ph	6.50E-11	4.90E-11	0.222	20	0.1	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Mo-93	
Tc-93m	43.5 min	it, ec, β ⁺ / ph	3.10E-11	2.40E-11	0.098	300	0.4	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Tc-93, Mo-93	
Tc-94	293 min	ec, β ⁺ / ph	2.20E-10	1.80E-10	0.414	200	0.4	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	10		
Tc-94m	52.0 min	ec, β ⁺ / ph	8.00E-11	1.10E-10	0.285	700	1.3	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		
Tc-95	20.0 h	ec / ph	1.80E-10	1.60E-10	0.135	20	0.1	1.E+01	3.00E+07	5.00E+04	100		
Tc-95m	61 d	ec, β ⁺ , it / ph	8.60E-10	6.20E-10	0.117	100	0.1	1.E+00 [2]	7.00E+06	1.00E+04	100	→ Tc-95	
Tc-96	4.28 d	ec / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.388	40	0.2	1.E+00	6.00E+06	8.00E+03	30		
Tc-96m	51.5 min	it, ec, β ⁺ / ph	1.10E-11	1.30E-11	0.016	3	<0.1	1.E+03 [1]	5.00E+08	8.00E+05	1000	→ Tc-96	
Tc-97	2.6 E6 a	ec / ph	1.60E-10	8.30E-11	0.017	4	<0.1	1.E+01	4.00E+07	5.00E+04	1000		
Tc-97m	90.1 d	it / ph	2.70E-09	6.60E-10	0.014	30	0.7	1.E+02	2.00E+06	3.00E+03	10	→ Tc-97	
Tc-98	4.2 E6 a	β ⁻ / ph	6.10E-09	2.30E-09	0.215	2000	1.5	1.E-01	1.00E+06	1.00E+03	3		
Tc-99	2.111 E5 a	β ⁻	3.20E-09	7.80E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3		
Tc-99m	6.015 h	it, β ⁻ / ph	2.90E-11	2.20E-11	0.022	300	0.2	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Tc-99	
Tc-101	14.2 min	β ⁻ / ph	2.10E-11	1.90E-11	0.055	1000	1.6	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	3		
Tc-104	18.3 min	β ⁻ / ph	4.80E-11	8.10E-11	1.219	1000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
Ru-94	51.8 min	ec, β ⁺ / ph	7.40E-11	9.40E-11	0.100	20	0.1	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	100	→ Tc-94	
Ru-97	2.9 d	ec / ph	1.60E-10	1.50E-10	0.055	100	0.1	1.E+01	4.00E+07	5.00E+04	100	→ Tc-97	
Ru-103	39.26 d	β ⁻ / ph	2.20E-09	7.30E-10	0.073	500	0.6	1.E+00 [2]	3.00E+06	4.00E+03	10		
Ru-105	4.44 h	β ⁻ / ph	2.50E-10	2.60E-10	0.119	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Rh-105	
Ru-106 / Rh-106	373.59 d	β ⁻ / ph	3.50E-08	7.00E-09	0.357	1000	1.6	1.E-01 [2]	2.00E+05	2.00E+02	3		
Rh-99	16.1 d	ec, β ⁺ / ph	8.90E-10	5.10E-10	0.115	100	0.2	1.E+01 [1]	7.00E+06	9.00E+03	30		
Rh-99m	4.7 h	ec, β ⁺ / ph	7.30E-11	6.60E-11	0.122	100	0.2	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	30		
Rh-100	20.8 h	ec, β ⁺ / ph	6.30E-10	7.10E-10	0.392	100	0.3	1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	30		
Rh-101	3.3 a	ec / ph	3.10E-09	5.50E-10	0.062	300	0.4	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	10		
Rh-101m	4.34 d	ec, it / ph	2.70E-10	2.20E-10	0.066	200	0.2	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	30	→ Rh-101	
Rh-102	207 d	ec, β ⁺ , β ⁻ / ph	4.20E-09	1.20E-09	0.085	400	0.6	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	10		
Rh-102m	3.742 a	ec, β ⁺ , it / ph	9.00E-09	2.60E-09	0.339	50	0.2	1.E+00	7.00E+05	9.00E+02	30	→ Rh-102	
Rh-103m	56.114 min	it / ph	2.50E-12	3.80E-12	0.002	<1	<0.1	1.E+04 [1]	2.00E+09	3.00E+06	1000		

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		Limite de saturation	d'autori-Valeurs directrices		
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Rh-105	35.36 h	β ⁻ / ph	4.40E-10	3.70E-10	0.013	1000	1.2	1.E+02	1.00E+07	2.00E+04	3		
Rh-106m	131 min	β ⁻ / ph	1.90E-10	1.60E-10	0.436	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3		
Rh-107	21.7 min	β ⁻ / ph	2.80E-11	2.40E-11	0.051	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Pd-107	
Pd-100	3.63 d	ec / ph	9.70E-10	9.40E-10	0.050	20	0.1	1.E+00 [2]	6.00E+06	9.00E+03	100	→ Rh-100 [6]	
Pd-101	8.47 h	ec, β ⁺ / ph	1.00E-10	9.40E-11	0.081	100	0.2	1.E+02	6.00E+07	8.00E+04	30	→ Rh-101m	
Pd-103	16.991 d	ec / ph	3.00E-10	1.90E-10	0.019	3	<0.1	1.E+03 [1]	2.00E+07	3.00E+04	1000	→ Rh-103m	
Pd-107	6.5 E6 a	β ⁻	2.90E-10	3.70E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	1000		
Pd-109	13.7012 h	β ⁻ / ph	5.00E-10	5.50E-10	0.010	1000	2	1.E+02 [2]	1.00E+07	2.00E+04	3		
Ag-102	12.9 min	ec, β ⁺ / ph	3.20E-11	4.00E-11	0.546	800	1.4	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3		
Ag-103	65.7 min	ec, β ⁺ / ph	4.50E-11	4.30E-11	0.125	500	0.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Pd-103	
Ag-104	69.2 min	ec, β ⁺ / ph	7.10E-11	6.00E-11	0.410	300	0.5	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	10		
Ag-104m	33.5 min	ec, β ⁺ , it / ph	4.50E-11	5.40E-11	0.188	400	0.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Ag-104 [6]	
Ag-105	41.29 d	ec / ph	8.00E-10	4.70E-10	0.102	50	0.1	1.E+00	8.00E+06	1.00E+04	100		
Ag-106	23.96 min	ec, β ⁺ , b ⁻ / ph	2.70E-11	3.20E-11	0.117	700	1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10		
Ag-106m	8.28 d	ec / ph	1.60E-09	1.50E-09	0.435	60	0.2	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	30		
Ag-108m / Ag-108	418 a	ec, it / ph	1.90E-08	2.30E-09	0.263	100	0.3	1.E-01 [2]	3.00E+05	4.00E+02	30		
Ag-110m / Ag-110	249.76 d	β ⁺ , it / ph	7.30E-09	2.80E-09	0.409	500	0.6	1.E-01 [2]	8.00E+05	1.00E+03	10		
Ag-111	7.45 d	β ⁻ / ph	1.60E-09	1.30E-09	0.004	1000	1.6	1.E+02	4.00E+06	5.00E+03	3		
Ag-112	3.130 h	β ⁻ / ph	2.60E-10	4.30E-10	0.640	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3		
Ag-115	20.0 min	β ⁻ / ph	4.40E-11	6.00E-11	0.181	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Cd-115, Cd-115m	
Cd-104	57.7 min	ec / ph	6.30E-11	5.80E-11	0.062	20	0.1	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05	100	→ Ag-104 [6]	
Cd-107	6.50 h	ec, β ⁺ / ph	1.10E-10	6.20E-11	0.030	20	0.6	1.E+03 [1]	5.00E+07	8.00E+04	10		
Cd-109	461.4 d	ec / ph	9.60E-09	2.00E-09	0.027	5	0.4	1.E+00 [2]	6.00E+05	9.00E+02	10		
Cd-113	7.7 E15 a	β ⁻	1.40E-07	2.50E-08	<0.001	1000	0.9	1.E-01	4.00E+04	6.00E+01	10		
Cd-113m	14.1 a	β ⁺ , it	1.30E-07	2.30E-08	<0.001	1000	1.4	1.E-01 [2]	5.00E+04	6.00E+01	3		
Cd-115	53.46 h	β ⁻ / ph	1.30E-09	1.40E-09	0.037	1000	1.5	1.E+01 [2]	5.00E+06	6.00E+03	3	→ In-115	
Cd-115m	44.6 d	β ⁻ / ph	6.40E-09	3.30E-09	0.003	1000	1.6	1.E+02 [2]	9.00E+05	1.00E+03	3	→ In-115	
Cd-117	2.49 h	β ⁻ / ph	2.50E-10	2.80E-10	0.158	1000	1.5	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ In-117m, In-117	
Cd-117m	3.36 h	β ⁻ / ph	3.20E-10	2.80E-10	0.282	1000	1.5	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ In-117, In-117m	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					LL Bq/g	Limite de libération	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	h _{c0,07} (mSv/h)/ (kBq/cm ²)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
In-109	4.2 h	ec, β ⁺ / ph	7.30E-11	6.60E-11	0.117	300	0.3	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	30	→ Cd-109	
In-110	4.9 h	ec, β ⁺ / ph	2.50E-10	2.40E-10	0.468	60	0.2	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	30		
In-110m	69.1 min	ec, β ⁺ / ph	8.10E-11	1.00E-10	0.238	700	1.1	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3		
In-111	2.8047 d	ec / ph	3.10E-10	2.90E-10	0.082	400	0.3	1.E+01 [2]	2.00E+07	3.00E+04	30		
In-112	14.97 min	ec, β ⁺ , β ⁻ / ph	1.30E-11	1.00E-11	0.047	900	1	1.E+02 [1]	5.00E+08	6.00E+05	10		
In-113m	1.6579 h	it / ph	3.20E-11	2.80E-11	0.047	500	0.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10		
In-114m / In-114	49.51 d	it, ec / ph	1.10E-08	4.10E-09	0.023	3000	3.2	1.E+01 [2]	5.00E+05	8.00E+02	3		
In-115	4.41 E14 a	β ⁻	4.50E-07	3.20E-08	<0.001	1000	1.3	1.E+02	1.00E+04	2.00E+01	3		
In-115m	4.486 h	it, β ⁻ / ph	8.70E-11	8.60E-11	0.033	900	1	1.E+02	7.00E+07	1.00E+05	10	→ In-115	
In-116m	54.41 min	β ⁻ / ph	8.00E-11	6.40E-11	0.356	1000	1.7	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		
In-117	43.2 min	β ⁻ / ph	4.80E-11	3.10E-11	0.109	2000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
In-117m	116.2 min	β ⁻ , it / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.019	1000	1.4	1.E+02 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3	→ In-117 [6]	
In-119m / In-119	18.0 min	β ⁻ , it / ph	2.90E-11	4.70E-11	0.033	1000	1.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3		
Sn-110	4.11 h	ec / ph	2.60E-10	3.50E-10	0.064	70	0.1	1.E+02 [2]	2.00E+07	3.00E+04	100	→ In-110S [6]	
Sn-111	35.3 min	ec, β ⁺ / ph	2.20E-11	2.30E-11	0.087	400	0.6	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10	→ In-111	
Sn-113	115.09 d	ec / ph	1.90E-09	7.30E-10	0.019	4	<0.1	1.E+00 [2]	3.00E+06	4.00E+03	300	→ In-113m	
Sn-117m	13.76 d	it / ph	2.20E-09	7.10E-10	0.038	3000	2.4	1.E+02	3.00E+06	4.00E+03	3		
Sn-119m	293.1 d	it / ph	1.50E-09	3.40E-10	0.011	1	<0.1	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	1000		
Sn-121	27.03 h	β ⁻	2.80E-10	2.30E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	3		
Sn-121m	43.9 a	it, β ⁻ / ph	3.30E-09	3.80E-10	0.004	300	0.3	1.E+00 [2]	2.00E+06	3.00E+03	30	→ Sn-121	
Sn-123	129.2 d	β ⁻ / ph	5.60E-09	2.10E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02	1.00E+06	1.00E+03	3		
Sn-123m	40.06 min	β ⁻ / ph	4.40E-11	3.80E-11	0.024	2000	1.9	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
Sn-125	9.64 d	β ⁻ / ph	2.80E-09	3.10E-09	0.053	1000	1.5	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	3	→ Sb-125	
Sn-126	2.30 E5 a	β ⁻ / ph	1.80E-08	4.70E-09	0.017	1000	1.2	1.E-01 [2]	3.00E+05	5.00E+02	3	→ Sb-126 [6]	
Sn-127	2.10 h	β ⁻ / ph	2.00E-10	2.00E-10	0.313	1000	1.6	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Sb-127 [6]	
Sn-128	59.07 min	β ⁻ / ph	1.50E-10	1.50E-10	0.138	1000	1.5	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3	→ Sb-128S [6]	
Sb-115	32.1 min	ec, β ⁺ / ph	2.30E-11	2.40E-11	0.151	400	0.6	1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10		
Sb-116	15.8 min	ec, β ⁺ / ph	2.30E-11	2.60E-11	0.321	500	0.9	1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10		
Sb-116m	60.3 min	ec, β ⁺ / ph	8.50E-11	6.70E-11	0.487	400	0.9	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	10		
Sb-117	2.80 h	ec, β ⁺ / ph	2.70E-11	1.80E-11	0.045	400	0.3	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30		

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sb-118m	5.00 h	ec, β ⁺ / ph	2.30E-10	2.10E-10	0.411	200	0.3	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	30		
Sb-119	38.19 h	ec / ph	5.90E-11	8.10E-11	0.022	3	<0.1	1.E+03 [1]	1.00E+08	1.00E+05	1000		
Sb-120	15.89 min	ec, β ⁺ / ph	1.20E-11	1.40E-11	0.079	500	0.7	1.E+02 [1]	5.00E+08	7.00E+05	10		
Sb-120m	5.76 d	ec / ph	1.30E-09	1.20E-09	0.386	400	0.4	1.E+00	5.00E+06	6.00E+03	10		
Sb-122	2.7238 d	β ⁻ , ec, β ⁺ / ph	1.20E-09	1.70E-09	0.068	1000	1.6	1.E+01	5.00E+06	7.00E+03	3		
Sb-124	60.20 d	β ⁻ / ph	4.70E-09	2.50E-09	0.261	1000	1.5	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3		
Sb-124n	20.2 min	it / ph	8.30E-12	8.00E-12	<0.001	<1	<0.1	1.E+02 [1]	7.00E+08	1.00E+06	1000	→ Sb-124 [6]	
Sb-125	2.75856 a	β ⁻ / ph	3.30E-09	1.10E-09	0.076	700	0.7	1.E-01 [2]	2.00E+06	3.00E+03	10	→ Te-125m	
Sb-126	12.35 d	β ⁻ / ph	3.20E-09	2.40E-09	0.434	1000	1.5	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	3		
Sb-126m	19.15 min	β ⁻ , it / ph	3.30E-11	3.60E-11	0.239	1000	1.5	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Sb-126 [6]	
Sb-127	3.85 d	β ⁻ / ph	1.70E-09	1.70E-09	0.106	1000	1.6	1.E+01 [2]	4.00E+06	5.00E+03	3	→ Te-127, Te-127m	
Sb-128	10.4 min	β ⁻ / ph	6.70E-10	7.60E-10	0.472	1000	1.8	1.E+01	9.00E+06	1.00E+04	3		
Sb-128m	9.01 h	β ⁻ , it / ph	2.60E-11	3.30E-11	0.313	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3		
Sb-129	4.40 h	β ⁻ / ph	3.50E-10	4.20E-10	0.212	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+07	2.00E+04	3	→ Te-129, Te-129m	
Sb-130	39.5 min	β ⁻ / ph	9.10E-11	9.10E-11	0.505	2000	2.1	1.E+01 [1]	7.00E+07	9.00E+04	3		
Sb-131	23.03 min	β ⁻ / ph	8.30E-11	1.00E-10	0.278	1000	1.7	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3	→ Te-131, Te-131m	
Te-116	2.49 h	ec, β ⁺ / ph	1.70E-10	1.70E-10	0.033	8	0.2	1.E+02 [1]	4.00E+07	5.00E+04	30	→ Sb-116 [6]	
Te-119m	4.70 d	ec, β ⁺ / ph						1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	300		
Te-121	19.16 d	ec / ph	4.40E-10	4.30E-10	0.104	20	0.1	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	100		
Te-121m	154 d	it, ec / ph	3.60E-09	2.30E-09	0.043	200	0.4	1.E+00	2.00E+06	2.00E+03	10	→ Te-121 [6]	
Te-123	6.00 E14 a	ec / ph	5.00E-09	4.40E-09	0.017	2	<0.1	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	100		
Te-123m	119.25 d	it / ph	3.40E-09	1.40E-09	0.032	400	0.8	1.E+00	2.00E+06	2.00E+03	10	→ Te-123	
Te-125m	57.40 d	it / ph	2.90E-09	8.70E-10	0.027	500	1.1	1.E+03	2.00E+06	3.00E+03	3		
Te-127	9.35 h	β ⁻ / ph	1.80E-10	1.70E-10	0.001	1000	1.4	1.E+03	3.00E+07	5.00E+04	3		
Te-127m	109 d	it, β ⁻ / ph	6.20E-09	2.30E-09	0.009	40	0.5	1.E+01 [2]	1.00E+06	1.00E+03	10	→ Te-127	
Te-129	69.6 min	β ⁻ / ph	5.70E-11	6.30E-11	0.012	1000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ I-129	
Te-129m	33.6 d	it, β ⁻ / ph	5.40E-09	3.00E-09	0.011	600	1.2	1.E+01 [2]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Te-129	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					LL Bq/g	Limite de libération	LA Bq	CA Bq/m ³	d'autori-Valeurs directrices	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/ (kBq/cm ²)							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Te-131	25.0 min	β ⁻ / ph	6.10E-11	8.70E-11	0.067	2000	2	1.E+02	1.00E+08	1.00E+05	3		→I-131	
Te-131m	30 h	β ⁻ , it / ph	1.60E-09	1.90E-09	0.208	2000	1.5	1.E+01 [2]	4.00E+06	5.00E+03	3		→I-131, Te-131	
Te-132	3.204 d	β ⁻ / ph	3.00E-09	3.70E-09	0.050	700	0.7	1.E+00 [2]	2.00E+06	3.00E+03	10		→I-132 [6]	
Te-133	12.5 min	β ⁻ / ph	4.40E-11	7.20E-11	0.151	1000	1.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		→I-133	
Te-133m	55.4 min	β ⁻ , it / ph	1.90E-10	2.80E-10	0.344	1000	1.8	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3		→I-133, Te-133	
Te-134	41.8 min	β ⁻ / ph	1.10E-10	1.10E-10	0.142	2000	1.7	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3		→I-134 [6]	
I-120	81.6 min	ec, β ⁺ / ph	1.90E-10	3.40E-10	1.155	800	1.5	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3			
I-120m	53 min	ec, β ⁺ / ph	1.40E-10	2.10E-10	1.108	800	1.7	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3			
I-121	2.12 h	ec, β ⁺ / ph	3.90E-11	8.20E-11	0.077	400	0.4	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10		→Te-121	
I-123	13.27 h	ec / ph	1.10E-10	2.10E-10	0.043	400	0.3	1.E+02	5.00E+07	8.00E+04	30		→Te-123	
I-124	4.1760 d	ec, β ⁺ / ph	6.30E-09	1.30E-08	0.170	300	0.5	1.E+01	1.00E+06	1.00E+03	10			
I-125	59.400 d	ec / ph	7.30E-09	1.50E-08	0.033	4	<0.1	1.E+02	8.00E+05	1.00E+03	10			
I-126	12.93 d	ec, β ⁺ , β ⁻ / ph	1.40E-08	2.90E-08	0.078	700	0.7	1.E+01	4.00E+05	6.00E+02	10			
I-128	24.99 min	β ⁻ , ec, β ⁺ / ph	2.20E-11	4.60E-11	0.016	1000	1.5	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	3			
I-129	1.57 E7 a	β ⁻ / ph	5.10E-08	1.10E-07	0.016	100	0.3	1.E-02	1.00E+05	2.00E+02	3		→Xe-129	
I-130	12.36 h	β ⁻ / ph	9.60E-10	2.00E-09	0.325	1000	1.6	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	3			
I-131	8.02070 d	β ⁻ / ph	1.10E-08	2.20E-08	0.062	1000	1.4	1.E+01	5.00E+05	8.00E+02	3		→Xe-131m	
I-132	2.295 h	β ⁻ / ph	2.00E-10	2.90E-10	0.338	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3			
I-132m	1.387 h	it, β ⁻ / ph	1.10E-10	2.20E-10	0.055	300	1	1.E+02	5.00E+07	8.00E+04	10		→I-132 [6]	
I-133	20.8 h	β ⁻ / ph	2.10E-09	4.30E-09	0.093	1000	1.6	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	3		→Xe-133, Xe-133m	
I-134	52.5 min	β ⁻ / ph	7.90E-11	1.10E-10	0.385	1000	1.8	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3			
I-135	6.57 h	β ⁻ / ph	4.60E-10	9.30E-10	0.223	1000	1.6	1.E+01 [2]	1.00E+07	2.00E+04	3		→Xe-135, Xe-135m	
Xe-122 / I-122	20.1 h	ec, β ⁺ / ph			0.284	800	1.3	1.E+02 [1]	7.00E+07	7.00E+04				
Xe-123	2.08 h	ec, β ⁺ / ph			0.107	800	0.9	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05			→I-123	
Xe-125	16.9 h	ec, β ⁺ / ph			0.060	300	0.2	1.E+02	3.00E+08	3.00E+05			→I-125	
Xe-127	36.4 d	ec / ph			0.059	400	0.3	1.E+01	2.00E+08	2.00E+05				
Xe-129m	8.88 d	it / ph			0.030	3000	1.9	1.E+03	3.00E+09	3.00E+06				
Xe-131m	11.84d	it / ph			0.012	3000	2.1	1.E+03	8.00E+09	8.00E+06				

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération	Limite de saturation	d'autori-Valeurs directrices		
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS	Nucléide de Bq/cm ² filiation instable
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Xe-133	5.243 d	β^- / ph			0.016	1000	1	1.E+02	2.00E+09	2.00E+06		
Xe-133m	2.19 d	it / ph			0.016	2000	1.7	1.E+02	2.00E+09	2.00E+06		→ Xe-133
Xe-135	9.14 h	β^- / ph			0.040	2000	1.6	1.E+02	3.00E+08	3.00E+05		→ Cs-135
Xe-135m	15.29 min	it, β^- / ph			0.069	200	0.4	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05		→ Cs-135
Xe-137	3.818 min	β^- / ph			1.167	2	1.7		3.00E+08	3.00E+05		
Xe-138	14.08 min	β^- / ph			0.166	1000	1.7	1.E+02 [1]	5.00E+07	5.00E+04		→ Cs-138 [6]
Cs-125	45 min	ec, β^+ / ph	2.30E-11	3.50E-11	0.114	500	0.7	1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10	→ Xe-125
Cs-127	6.25 h	ec, β^+ / ph	4.00E-11	2.40E-11	0.079	100	0.2	1.E+02	2.00E+08	2.00E+05	30	→ Xe-127
Cs-129	32.06 h	ec, β^+ / ph	8.10E-11	6.00E-11	0.063	30	<0.1	1.E+01	7.00E+07	1.00E+05	1000	
Cs-130	29.21 min	ec, β^+ , β^- / ph	1.50E-11	2.80E-11	0.087	500	0.8	1.E+02 [1]	4.00E+08	6.00E+05	10	
Cs-131	9.689 d	ec / ph	4.50E-11	5.80E-11	0.016	2	<0.1	1.E+03 [1]	1.00E+08	2.00E+05	1000	
Cs-132	6.479 d	ec, β^+ , β^- / ph	3.80E-10	5.00E-10	0.119	50	0.1	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	100	
Cs-134	2.0648 a	β^- , ec / ph	9.60E-09	1.90E-08	0.236	1000	1.1	1.E-01	6.00E+05	9.00E+02	3	
Cs-134m	2.903 h	it / ph	2.60E-11	2.00E-11	0.009	1000	1.5	1.E+03	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Cs-134 [6]
Cs-135	2.3 E6 a	β^-	9.90E-10	2.00E-09	0.000	600	0.7	1.E+02	6.00E+06	8.00E+03	10	
Cs-135m	53 min	it / ph	2.40E-11	1.90E-11	0.239	70	0.2	1.E+01 [1]	3.00E+08	3.00E+05	30	→ Cs-135
Cs-136	13.16 d	β^- / ph	1.90E-09	3.00E-09	0.327	1000	1.5	1.E+00	3.00E+06	4.00E+03	3	
Cs-137 / Ba-137m	30.1671 a	β^- , it / ph	6.70E-09	1.30E-08	0.092	2000	1.5	1.E-01 [2]	9.00E+05	1.00E+03	3	
Cs-138	33.41 min	β^- / ph	4.60E-11	9.20E-11	0.445	1000	1.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Ba-126 / Cs-126	100 min	ec, β^+ / ph	1.20E-10	2.60E-10	0.805	900	1.6	1.E+02 [1]	5.00E+07	7.00E+04	3	
Ba-128 / Cs-128	2.43 d	ec, β^+ / ph	1.30E-09	2.70E-09	0.209	700	1.2	1.E+02 [2]	5.00E+06	6.00E+03	3	
Ba-131	11.50 d	ec / ph	3.50E-10	4.50E-10	0.087	300	0.4	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	10	→ Cs-131
Ba-131m	14.6 min	it / ph	6.40E-12	4.90E-12	0.019	50	0.4	1.E+02 [1]	9.00E+08	1.00E+06	10	→ Ba-131
Ba-133	10.52 a	ec / ph	1.80E-09	1.00E-09	0.085	70	0.1	1.E-01	3.00E+06	5.00E+03	100	
Ba-133m	38.9 h	it, ec / ph	2.80E-10	5.50E-10	0.019	2000	1.5	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Ba-133
Ba-135m	28.7 h	it / ph	2.30E-10	4.50E-10	0.018	2000	1.5	1.E+02	3.00E+07	4.00E+04	3	
Ba-139	83.06 min	β^- / ph	5.50E-11	1.20E-10	0.012	1000	1.7	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	
Ba-140	12.752 d	β^- / ph	1.60E-09	2.50E-09	0.031	1000	1.5	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	3	→ La-140 [6]
Ba-141	18.27 min	β^- / ph	3.50E-11	7.00E-11	0.152	1000	1.9	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ La-141
Ba-142	10.6 min	β^- / ph	2.70E-11	3.50E-11	0.160	1000	1.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ La-142 [6]

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation			h_{10} (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	$h_{c0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	Limite de libération	Limite de saturation	d'autori-Valeurs directrices		CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	LL Bq/g				LA Bq	CA Bq/m ³	12	13		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
La-131	59 min	ec, β ⁺ / ph	3.60E-11	3.50E-11	0.116	400	0.6	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10		→ Ba-131	
La-132	4.8 h	ec, β ⁺ / ph	2.80E-10	3.90E-10	0.379	400	0.8	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	10			
La-135	19.5 h	ec, β ⁺ / ph	2.50E-11	3.00E-11	0.017	2	<0.1	1.E+03	2.00E+08	3.00E+05	1000			
La-137	6.0 E4 a	ec / ph	1.00E-08	8.10E-11	0.014	2	<0.1	1.E+02	6.00E+05	8.00E+02	1000			
La-138	1.02 E11 a	ec, β ⁺ / ph	1.80E-07	1.10E-09	0.185	400	0.4	1.E-01	3.00E+04	5.00E+01	10			
La-140	1.6781 d	β ⁻ / ph	1.50E-09	2.00E-09	0.332	1000	1.8	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	3			
La-141	3.92 h	β ⁻ / ph	2.20E-10	3.60E-10	0.016	1000	1.6	1.E+02 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3		→ Ce-141	
La-142	91.1 min	β ⁻ / ph	1.50E-10	1.80E-10	0.490	1000	1.8	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	3			
La-143	14.2 min	β ⁻ / ph	3.30E-11	5.60E-11	0.219	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3		→ Ce-143	
Ce-134 / La -134	3.16 d	ec, β ⁺ / ph	1.60E-09	2.50E-09	0.149	600	1	1.E+03 [2]	4.00E+06	5.00E+03	10			
Ce-135	17.7 h	ec, β ⁺ / ph	7.60E-10	7.90E-10	0.271	2000	1.8	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	3		→ La-135	
Ce-137	9.0 h	ec, β ⁺ / ph	1.90E-11	2.50E-11	0.016	10	<0.1	1.E+03	3.00E+08	4.00E+05	1000		→ La-137	
Ce-137m	34.4 h	it, ec / ph	5.90E-10	5.40E-10	0.016	2000	1.6	1.E+02 [2]	1.00E+07	1.00E+04	3		→ Ce-137, La-137	
Ce-139	137.641 d	ec / ph	1.40E-09	2.60E-10	0.036	500	0.5	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	10			
Ce-141	32.508 d	β ⁻ / ph	3.10E-09	7.10E-10	0.014	2000	1.6	1.E+02	2.00E+06	3.00E+03	3			
Ce-143	33.039 h	β ⁻ / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.053	1000	1.6	1.E+01	6.00E+06	8.00E+03	3		→ Pr-143	
Ce-144 / Pr-144m	284.91 d	β ⁻ / ph	2.90E-08	5.20E-09	0.005	800	0.9	1.E+01 [2]	2.00E+05	3.00E+02	10		→ Pr-144	
Pr-136	13.1 min	ec, β ⁺ / ph	2.50E-11	3.30E-11	0.375	600	1.1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3			
Pr-137	1.28 h	ec, β ⁺ / ph	3.50E-11	4.00E-11	0.083	300	0.5	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10		→ Ce-137	
Pr-138m	2.12 h	ec, β ⁺ / ph	1.30E-10	1.30E-10	0.379	600	0.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	10			
Pr-139	4.41 h	ec, β ⁺ / ph	3.00E-11	3.10E-11	0.028	100	0.1	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	100		→ Ce-139	
Pr-142	19.12 h	β ⁻ , ec / ph	7.40E-10	1.30E-09	0.011	1000	1.6	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3			
Pr-142m	14.6 min	it / ph	9.40E-12	1.70E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+07 [1]	6.00E+08	9.00E+05	1000		→ Pr-142	
Pr-143	13.57 d	β ⁻	2.20E-09	1.20E-09	0.000	1000	1.5	1.E+03	3.00E+06	4.00E+03	3			
Pr-144	17.28 min	β ⁻ / ph	3.00E-11	5.00E-11	0.099	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3			
Pr-145	5.984 h	β ⁻ / ph	2.60E-10	3.90E-10	0.002	1000	1.6	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	3			
Pr-147	13.4 min	β ⁻ / ph	3.00E-11	3.30E-11	0.144	1000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3		→ Nd-147	
Nd-136	50.65 min	ec, β ⁺ / ph	8.90E-11	9.90E-11	0.061	200	0.3	1.E+02 [1]	7.00E+07	9.00E+04	30		→ Pr-136 [6]	
Nd-138 / Pr-138	5.04 h	ec / ph	3.80E-10	6.40E-10	0.398	700	1.3	1.E+03 [2]	2.00E+07	2.00E+04	3			
Nd-139	29.7 min	ec, β ⁺ / ph	1.70E-11	2.00E-11	0.070	300	0.4	1.E+02 [1]	4.00E+08	5.00E+05	10		→ Pr-139	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	13	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Nd-139m	5.50 h	ec, β ⁺ , it / ph	2.50E-10	2.50E-10	0.246	500	0.6	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Pr-139, Nd-139	
Nd-140	3.37 d	ec / ph						1.E+04 [2]	3.00E+06	4.00E+03	100		
Nd-141	2.49 h	ec, β ⁺ / ph	8.80E-12	8.30E-12	0.021	50	0.1	1.E+02 [1]	7.00E+08	9.00E+05	100		
Nd-147	10.98 d	β ⁻ / ph	2.10E-09	1.10E-09	0.027	1000	1.5	1.E+02	3.00E+06	4.00E+03	3	→ Pm-147	
Nd-149	1.728 h	β ⁻ / ph	1.30E-10	1.20E-10	0.063	2000	1.8	1.E+02 [1]	5.00E+07	6.00E+04	3	→ Pm-149	
Nd-151	12.44 min	β ⁻ / ph	2.90E-11	3.00E-11	0.137	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Pm-151	
Pm-141	20.90 min	ec, β ⁺ / ph	2.50E-11	3.60E-11	0.137	500	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Nd-141, Nd-141m	
Pm-143	265 d	ec / ph	9.60E-10	2.30E-10	0.057	7	<0.1	1.E+00	6.00E+06	9.00E+03	1000		
Pm-144	363 d	ec / ph	5.40E-09	9.70E-10	0.248	40	0.1	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	100		
Pm-145	17.7 a	ec, α / ph	2.40E-09	1.10E-10	0.013	10	<0.1	1.E+01	3.00E+06	3.00E+03	1000		
Pm-146	5.53 a	ec, β ⁻ / ph	1.30E-08	9.00E-10	0.122	500	0.6	1.E-01	5.00E+05	6.00E+02	10	→ Sm-146	
Pm-147	2.6234 a	β ⁻	3.50E-09	2.60E-10	<0.001	500	0.6	1.E+03	2.00E+06	2.00E+03	10	→ Sm-147	
Pm-148	5.368 d	β ⁻ / ph	2.20E-09	2.70E-09	0.091	1000	1.6	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	3		
Pm-148m	41.29 d	β ⁻ , it / ph	4.30E-09	1.80E-09	0.306	1000	1.4	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Sm-148	
Pm-149	53.08 h	β ⁻ / ph	8.20E-10	9.90E-10	0.002	1000	1.6	1.E+03	7.00E+06	1.00E+04	3		
Pm-150	2.68 h	β ⁻ / ph	2.10E-10	2.60E-10	0.226	1000	1.8	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3		
Pm-151	28.40 h	β ⁻ / ph	6.40E-10	7.30E-10	0.052	1000	1.5	1.E+01	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Sm-151	
Sm-141	10.2 min	ec, β ⁺ / ph	2.70E-11	3.90E-11	0.287	500	1	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Pm-141 [6]	
Sm-141m	22.6 min	ec, β ⁺ , it / ph	5.60E-11	6.50E-11	0.338	900	1.1	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Pm-141, Sm-141	
Sm-142 / Pm-142	72.49 min	ec, β ⁺ / ph	1.10E-10	1.90E-10	0.752	800	1.5	1.E+02 [1]	5.00E+07	8.00E+04	3		
Sm-145	340 d	ec / ph	1.10E-09	2.10E-10	0.026	20	<0.1	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03	1000	→ Pm-145	
Sm-146	1.03 E8 a	α	6.70E-06	5.40E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	9.00E+02	1.00E+00	3		
Sm-147	1.060 E11 a	α	6.10E-06	4.90E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	1.00E+03	1.00E+00	3		
Sm-151	90 a	β ⁻	2.60E-09	9.80E-11	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+06	3.00E+03	1000		
Sm-153	46.50 h	β ⁻ / ph	6.80E-10	7.40E-10	0.016	1000	1.6	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3		
Sm-155	22.3 min	β ⁻ / ph	2.80E-11	2.90E-11	0.019	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Eu-155	
Sm-156	9.4 h	β ⁻ / ph	2.80E-10	2.50E-10	0.022	1000	1.4	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Eu-156 [6]	
Eu-145	5.93 d	ec, β ⁺ / ph	7.30E-10	7.50E-10	0.217	60	0.2	1.E+00	8.00E+06	1.00E+04	30	→ Sm-145	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		Limite d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	h _{c0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Eu-146	4.61 d	ec, β ⁺ / ph	1.20E-09	1.30E-09	0.375	100	0.3	1.E+00	5.00E+06	7.00E+03	30	→ Sm-146	
Eu-147	24.1 d	ec, β ⁺ , α / ph	1.00E-09	4.40E-10	0.085	300	0.3	1.E+01	6.00E+06	8.00E+03	30	→ Sm-147, Pm-143	
Eu-148	54.5 d	ec, β ⁺ , α / ph	2.30E-09	1.30E-09	0.327	70	0.2	1.E+00	3.00E+06	4.00E+03	30	→ Pm-144	
Eu-149	93.1 d	ec / ph	2.30E-10	1.00E-10	0.018	20	<0.1	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04	1000		
Eu-150	36.9 a	ec, β ⁺ / ph	3.40E-08	1.30E-09	0.238	100	0.2	1.E-01	2.00E+05	2.00E+02	30		
Eu-150m	12.8 h	β ⁻ , ec, β ⁺ / ph	2.80E-10	3.80E-10	0.008	1000	1.4	1.E+03 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3		
Eu-152	13.537 a	ec, β ⁺ , β ⁻ / ph	2.70E-08	1.40E-09	0.179	700	0.8	1.E-01	2.00E+05	3.00E+02	10	→ Gd-152	
Eu-152m	9.3116 h	β ⁻ , ec, β ⁺ / ph	3.20E-10	5.00E-10	0.047	900	1.3	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Gd-152	
Eu-154	8.593 a	β ⁻ , ec / ph	3.50E-08	2.00E-09	0.185	2000	1.8	1.E-01	2.00E+05	2.00E+02	3		
Eu-155	4.7611 a	β ⁻ / ph	4.70E-09	3.20E-10	0.012	200	0.3	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	30		
Eu-156	15.19 d	β ⁻ / ph	3.00E-09	2.20E-09	0.188	1000	1.5	1.E+00	2.00E+06	2.00E+03	3		
Eu-157	15.18 h	β ⁻ / ph	4.40E-10	6.00E-10	0.049	1000	1.6	1.E+02	1.00E+07	2.00E+04	3		
Eu-158	45.9 min	β ⁻ / ph	7.50E-11	9.40E-11	0.220	1000	1.8	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		
Gd-145	23.0 min	ec, β ⁺ / ph	3.50E-11	4.40E-11	0.360	500	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Eu-145 [6]	
Gd-146	48.27 d	ec / ph	5.20E-09	9.60E-10	0.057	600	0.9	1.E+00 [2]	1.00E+06	2.00E+03	10	→ Eu-146 [6]	
Gd-147	38.1 h	ec, β ⁺ / ph	5.90E-10	6.10E-10	0.206	400	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10	→ Eu-147	
Gd-148	74.6 a	α	3.00E-05	5.50E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	2.00E+02	3.00E-01	3		
Gd-149	9.28 d	ec, β ⁺ / ph	7.90E-10	4.50E-10	0.076	400	0.6	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	10	→ Eu-149	
Gd-151	124 d	ec, α / ph	9.30E-10	2.00E-10	0.018	200	0.2	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	30	→ Sm-147	
Gd-152	1.08 E14 a	α	2.20E-05	4.10E-08	<0.001	<1	<0.1	1.E+01 [1]	3.00E+02	4.00E-01	3		
Gd-153	240.4 d	ec / ph	2.50E-09	2.70E-10	0.029	30	0.1	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	100		
Gd-159	18.479 h	β ⁻ / ph	3.90E-10	4.90E-10	0.010	1000	1.5	1.E+02	2.00E+07	2.00E+04	3		
Tb-147	1.64 h	ec, β ⁺ / ph	1.20E-10	1.60E-10	0.356	400	0.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	10	→ Gd-147 [6]	
Tb-149	4.118 h	ec, β ⁺ , α / ph	3.10E-09	2.50E-10	0.241	400	0.6	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	10	→ Gd-149, Eu-145	
Tb-150	3.48 h	ec, β ⁺ , α / ph	1.80E-10	2.50E-10	0.346	400	0.8	1.E+01 [1]	3.00E+07	5.00E+04	10		
Tb-151	17.609 h	ec, β ⁺ , α / ph	3.30E-10	3.40E-10	0.147	400	0.6	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Gd-151, Eu-147	
Tb-153	2.34 d	ec, β ⁺ / ph	2.40E-10	2.50E-10	0.045	100	0.1	1.E+01	3.00E+07	3.00E+04	100	→ Gd-153	
Tb-154	21.5 h	ec, β ⁺ / ph	6.00E-10	6.50E-10	0.313	400	0.6	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10		
Tb-155	5.32 d	ec / ph	2.50E-10	2.10E-10	0.031	200	0.2	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	30		

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					LL Bq/g	Limite de libération	Limite de saturation LA Bq	d'autori-Valeurs directrices CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/ (kBq/cm ²)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Tb-156	5.35 d	ec / ph	1.40E-09	1.20E-09	0.277	500	0.8	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	10		
Tb-156m	24.4 h	it / ph	2.30E-10	1.70E-10	0.007	4	<0.1	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04	1000		
Tb-156n	5.3 h	it / ph	1.30E-10	8.10E-11	0.001	8	0.6	1.E+04 [1]	5.00E+07	6.00E+04	10	→ Tb-156 [6]	
Tb-157	71 a	ec / ph	7.90E-10	3.40E-11	0.001	6	<0.1	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	1000		
Tb-158	180 a	ec, β ⁻ / ph	3.00E-08	1.10E-09	0.127	400	0.6	1.E-01	2.00E+05	3.00E+02	10		
Tb-160	72.3 d	β ⁻ / ph	5.40E-09	1.60E-09	0.169	1000	1.7	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3		
Tb-161	6.906 d	β ⁻ / ph	1.20E-09	7.20E-10	0.013	1000	1.3	1.E+03	5.00E+06	7.00E+03	3		
Dy-155	9.9 h	ec, β ⁺ / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.094	100	0.1	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	100	→ Tb-155	
Dy-157	8.14 h	ec / ph	5.50E-11	6.10E-11	0.065	40	0.1	1.E+02	1.00E+08	2.00E+05	100	→ Tb-157	
Dy-159	144.4 d	ec / ph	2.50E-10	1.00E-10	0.015	10	<0.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	1000		
Dy-165	2.334 h	β ⁻ / ph	8.70E-11	1.10E-10	0.005	1000	1.6	1.E+03	7.00E+07	1.00E+05	3		
Dy-166	81.6 h	β ⁻ / ph	1.80E-09	1.60E-09	0.010	1000	1.1	1.E+02	3.00E+06	5.00E+03	3	→ Ho-166	
Ho-155	48 min	ec, β ⁺ / ph	3.20E-11	3.70E-11	0.066	300	0.5	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10	→ Dy-155	
Ho-157	12.6 min	ec, β ⁺ / ph	7.60E-12	6.50E-12	0.088	300	0.3	1.E+02 [1]	8.00E+08	1.00E+06	30	→ Dy-157	
Ho-159	33.05 min	ec, β ⁺ / ph	1.00E-11	7.90E-12	0.069	200	0.2	1.E+02 [1]	6.00E+08	8.00E+05	30	→ Dy-159	
Ho-161	2.48 h	ec / ph	1.00E-11	1.30E-11	0.022	20	<0.1	1.E+02 [1]	6.00E+08	8.00E+05	1000		
Ho-162	15.0 min	ec, β ⁺ / ph	4.50E-12	3.30E-12	0.032	70	0.2	1.E+02 [1]	1.00E+09	2.00E+06	30		
Ho-162m	67.0 min	it, ec, β ⁺ / ph	3.30E-11	2.60E-11	0.094	300	0.3	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Ho-162	
Ho-164	29 min	ec, β ⁻ / ph	1.30E-11	9.50E-12	0.009	600	0.7	1.E+03 [1]	5.00E+08	6.00E+05	10		
Ho-164m	38.0 min	it / ph	1.60E-11	1.60E-11	0.014	20	<0.1	1.E+03 [1]	4.00E+08	5.00E+05	1000	→ Ho-164	
Ho-166	26.80 h	β ⁻ / ph	8.30E-10	1.40E-09	0.005	1000	1.7	1.E+02	7.00E+06	1.00E+04	3		
Ho-166m	1.20 E3 a	β ⁻ / ph	7.80E-08	2.00E-09	0.268	800	0.9	1.E-01	8.00E+04	1.00E+02	10		
Ho-167	3.1 h	β ⁻ / ph	1.00E-10	8.30E-11	0.061	1000	1.4	1.E+02 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3		
Er-161	3.21 h	ec, β ⁺	8.50E-11	8.00E-11	0.139	400	0.4	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	10	→ Ho-161	
Er-165	10.36 h	ec	1.40E-11	1.90E-11	0.011	7	<0.1	1.E+03 [1]	4.00E+08	6.00E+05	1000		
Er-169	9.40 d	β ⁻	9.20E-10	3.70E-10	<0.001	1000	1	1.E+03	7.00E+06	9.00E+03	10		
Er-171	7.516 h	β ⁻	3.00E-10	3.60E-10	0.064	2000	1.9	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Tm-171	
Er-172	49.3 h	β ⁻	1.20E-09	1.00E-09	0.084	1000	1	1.E+01	5.00E+06	7.00E+03	10	→ Tm-172	
Tm-162	21.70 min	ec, β ⁺ / ph	2.70E-11	2.90E-11	0.261	300	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10		
Tm-166	7.70 h	ec, β ⁺ / ph	2.80E-10	2.80E-10	0.270	200	0.4	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10		

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		Limite de saturation	d'autori-Valeurs directrices		
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Tm-167	9.25 d	ec / ph	1.00E-09	5.60E-10	0.029	2000	1.1	1.E+02 [1]	6.00E+06	8.00E+03	3		
Tm-170	128.6 d	β ⁻ , ec / ph	5.20E-09	1.30E-09	0.001	1000	1.6	1.E+02	1.00E+06	2.00E+03	3		
Tm-171	1.92 a	β ⁻ / ph	9.10E-10	1.10E-10	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	7.00E+06	9.00E+03	1000		
Tm-172	63.6 h	β ⁻ / ph	1.40E-09	1.70E-09	0.069	1000	1.5	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	3		
Tm-173	8.24 h	β ⁻ / ph	2.60E-10	3.10E-10	0.063	1000	1.6	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	3		
Tm-175	15.2 min	β ⁻ / ph	3.10E-11	2.70E-11	0.160	2000	2	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Yb-175	
Yb-162	18.87 min	ec, β ⁺ / ph	2.30E-11	2.30E-11	0.027	60	0.1	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	100	→ Tm-162 [6]	
Yb-166	56.7 h	ec / ph	9.50E-10	9.50E-10	0.022	10	0.1	1.E+02 [1]	6.00E+06	9.00E+03	100	→ Tm-166 [6]	
Yb-167	17.5 min	ec, β ⁺ / ph	9.50E-12	6.70E-12	0.053	200	0.4	1.E+02 [1]	6.00E+08	9.00E+05	10	→ Tm-167	
Yb-169	32.026 d	ec / ph	2.40E-09	7.10E-10	0.061	1000	1	1.E+01	3.00E+06	3.00E+03	10		
Yb-175	4.185 d	β ⁻ / ph	7.00E-10	4.40E-10	0.007	1000	1.1	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3		
Yb-177	1.911 h	β ⁻ / ph	9.40E-11	9.70E-11	0.028	1000	1.5	1.E+02 [1]	6.00E+07	9.00E+04	3	→ Lu-177	
Yb-178	74 min	β ⁻ / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.006	1000	1.3	1.E+03 [2]	5.00E+07	8.00E+04	3	→ Lu-178	
Lu-169	34.06 h	ec, β ⁺ / ph	4.90E-10	4.60E-10	0.154	100	0.2	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	30	→ Yb-169	
Lu-170	2.012 d	ec, β ⁺ / ph	9.50E-10	9.90E-10	0.281	60	0.3	1.E+01 [1]	6.00E+06	9.00E+03	30		
Lu-171	8.24 d	ec, β ⁺ / ph	9.30E-10	6.70E-10	0.115	30	0.1	1.E+01	6.00E+06	9.00E+03	100		
Lu-172	6.70 d	ec, β ⁺ / ph	1.80E-09	1.30E-09	0.283	300	0.5	1.E+00	3.00E+06	5.00E+03	10		
Lu-173	1.73 a	ec / ph	1.50E-09	2.60E-10	0.028	30	0.1	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	100		
Lu-174	3.31 a	ec, β ⁺ / ph	2.90E-09	2.70E-10	0.024	10	<0.1	1.E+00	2.00E+06	3.00E+03	1000		
Lu-174m	142 d	it, ec / ph	2.60E-09	5.30E-10	0.015	30	<0.1	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	300	→ Lu-174	
Lu-176	3.85 E10 a	β ⁻ / ph	4.60E-08	1.80E-09	0.081	2000	2.3	1.E-01	1.00E+05	2.00E+02	3		
Lu-176m	3.635 h	β ⁻ , ec / ph	1.60E-10	1.70E-10	0.003	1000	1.8	1.E+03	4.00E+07	5.00E+04	3		
Lu-177	6.647 d	β ⁻ / ph	1.10E-09	5.30E-10	0.006	1000	1.3	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03	3		
Lu-177m	160.4 d	β ⁻ , it / ph	1.20E-08	1.70E-09	0.166	2000	2.6	1.E-01 [2]	5.00E+05	7.00E+02	3	→ Lu-177	
Lu-178	28.4 min	β ⁻ / ph	4.10E-11	4.70E-11	0.022	1000	1.8	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3		
Lu-178m	23.1 min	β ⁻ / ph	5.60E-11	3.80E-11	0.182	2000	2.8	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3		
Lu-179	4.59 h	β ⁻ / ph	1.60E-10	2.10E-10	0.005	1000	1.6	1.E+03	4.00E+07	5.00E+04	3		
Hf-170	16.01 h	ec / ph	4.30E-10	4.80E-10	0.091	200	0.3	1.E+02 [1]	1.00E+07	2.00E+04	30	→ Lu-170 [6]	
Hf-172	1.87 a	ec / ph	3.70E-08	1.00E-09	0.030	100	0.1	1.E+01 [2]	2.00E+05	2.00E+02	100	→ Lu-172 [6]	
Hf-173	23.6 h	ec, β ⁺ / ph	2.20E-10	2.30E-10	0.071	300	0.3	1.E+01	3.00E+07	4.00E+04	30	→ Lu-173	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		Limite de saturation		d'autori-Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			e ^{inh} Sv/Bq	e ^{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Hf-175	70 d	ec / ph	8.80E-10	4.10E-10	0.065	200	0.2	1.E+00	7.00E+06	9.00E+03	30			
Hf-177m	51.4 min	it / ph	1.50E-10	8.10E-11	0.370	4000	4.5	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	1			
Hf-178m	31 a	it / ph	3.10E-07	4.70E-09	0.378	2000	2.1	1.E+01 [1]	2.00E+04	3.00E+01	3			
Hf-179m	25.05 d	it / ph	3.20E-09	1.20E-09	0.149	1000	1.6	1.E+01 [1]	2.00E+06	3.00E+03	3			
Hf-180m	5.5 h	it, β ⁻ / ph	2.00E-10	1.70E-10	0.166	700	1.1	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3			
Hf-181	42.39 d	β ⁻ / ph	4.10E-09	1.10E-09	0.089	2000	1.9	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3			
Hf-182	9E6 a	β ⁻ / ph	3.60E-07	3.00E-09	0.039	500	0.6	1.E-01 [2]	2.00E+04	2.00E+01	10		→ Ta-182 [6]	
Hf-182m	61.5 min	β ⁻ , it / ph	7.10E-11	4.20E-11	0.150	1000	1.8	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		→ Ta-182 [6], Hf-182	
Hf-183	1.067 h	β ⁻ / ph	8.30E-11	7.30E-11	0.116	1000	1.6	1.E+01 [1]	7.00E+07	1.00E+05	3		→ Ta-183	
Hf-184	4.12 h	β ⁻ / ph	4.50E-10	5.20E-10	0.043	2000	2.2	1.E+02 [1]	1.00E+07	2.00E+04	3		→ Ta-184	
Ta-172	36.8 min	ec, β ⁺ / ph	5.70E-11	5.30E-11	0.244	700	1.5	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3		→ Hf-172 [6]	
Ta-173	3.14 h	ec, β ⁺ / ph	1.60E-10	1.90E-10	0.098	500	0.7	1.E+01 [1]	4.00E+07	5.00E+04	10		→ Hf-173	
Ta-174	1.14 h	ec, β ⁺ / ph	6.60E-11	5.70E-11	0.106	700	1.2	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	3		→ Hf-174	
Ta-175	10.5 h	ec, β ⁺ / ph	2.00E-10	2.10E-10	0.137	200	0.3	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	30		→ Hf-175	
Ta-176	8.09 h	ec, β ⁺ / ph	3.30E-10	3.10E-10	0.280	100	0.5	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10			
Ta-177	56.56 h	ec / ph	1.30E-10	1.10E-10	0.015	100	0.2	1.E+02 [1]	5.00E+07	6.00E+04	30			
Ta-178	9.31 min	ec, β ⁺ / ph			0.021	10	0.2	1.E+01 [1]			30			
Ta-178m	2.36 h	ec / ph	1.10E-10	7.80E-11	0.172	700	1.2		5.00E+07	8.00E+04	3			
Ta-179	1.82 a	ec / ph	2.90E-10	6.50E-11	0.008	6	<0.1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	1000			
Ta-180	8.152 h	ec, β ⁻ / ph	6.20E-11	5.40E-11	0.011	200	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	10			
Ta-180m	1E13 a		1.40E-08	8.40E-10	0.094	600	1	1.E+03	4.00E+05	6.00E+02	10			
Ta-182	114.43 d	β ⁻ / ph	7.40E-09	1.50E-09	0.194	1000	1.8	1.E-01	8.00E+05	1.00E+03	3			
Ta-182m	15.84 min	it / ph	3.60E-11	1.20E-11	0.044	3000	2.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3		→ Ta-182 [6]	
Ta-183	5.1 d	β ⁻ / ph	2.00E-09	1.30E-09	0.051	2000	2.3	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	3			
Ta-184	8.7 h	β ⁻ / ph	6.30E-10	6.80E-10	0.247	2000	2.8	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	3			
Ta-185	49.4 min	β ⁻ / ph	7.20E-11	6.80E-11	0.033	2000	2.3	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3		→ W-185	
Ta-186	10.5 min	β ⁻ / ph	3.10E-11	3.30E-11	0.252	2000	2.5	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3			
W-176	2.3h		7.60E-11	1.10E-10	0.036	20	0.1	1.E+02 [1]	8.00E+07	1.00E+05	100		→ Ta-176 [6]	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					LL Bq/g	Limite de libération	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
W-177	132 min	ec, β ⁺ / ph	4.60E-11	6.10E-11	0.140	300	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	10	→ Ta-177	
W-178 / Ta-178-1	21.6 d	ec / ph	1.20E-10	2.50E-10	0.024	20	0.2	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	30		
W-179	37.05 min	ec / ph	1.80E-12	3.30E-12	0.019	10	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+09	5.00E+06	1000	→ Ta-179	
W-181	121.2 d	ec / ph	4.30E-11	8.20E-11	0.009	7	<0.1	1.E+01	1.00E+08	2.00E+05	1000		
W-185	75.1 d	β ⁻	2.20E-10	5.00E-10	<0.001	1000	1.1	1.E+03	3.00E+07	4.00E+04	3		
W-187	23.72 h	β ⁻ / ph	3.30E-10	7.10E-10	0.075	2000	1.6	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Re-187	
W-188	69.78 d	β ⁻ / ph	8.40E-10	2.30E-09	<0.001	1000	1	1.E+01 [2]	7.00E+06	1.00E+04	10	→ Re-188	
Re-177	0.233h		2.20E-11	2.20E-11	0.100	300	0.8	1.E+01 [1]	3.00E+08	4.00E+05	10	→ W-177 [6]	
Re-178	13.2 min	ec, β ⁺ / ph	2.40E-11	2.50E-11	0.256	700	1.6	1.E+01 [1]	3.00E+08	3.00E+05	3	→ W-178	
Re-181	19.9 h	ec, β ⁺ / ph	3.70E-10	4.20E-10	0.124	500	0.6	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	10	→ W-181	
Re-182	64.0 h	ec / ph	1.70E-09	1.40E-09	0.177	80	0.6	1.E+00	4.00E+06	5.00E+03	10		
Re-182m	12.7 h	ec, β ⁺ / ph	3.00E-10	2.70E-10	0.282	900	1.7	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	3		
Re-183	70.0 d	ec / ph						1.E+01	3.00E+06	5.00E+03	300		
Re-184	38.0 d	ec, β ⁺ / ph	1.80E-09	1.00E-09	0.138	300	0.6	1.E+00	3.00E+06	5.00E+03	10		
Re-184m	169 d	it, ec / ph	4.80E-09	1.50E-09	0.063	300	0.8	1.E-01	1.00E+06	2.00E+03	10	→ Re-184 [6]	
Re-186	3.7183 d	β ⁻ , ec / ph	1.20E-09	1.50E-09	0.004	2000	1.6	1.E+03	5.00E+06	7.00E+03	3		
Re-186m	2.00 E5 a	it / ph	7.90E-09	2.20E-09	0.004	10	0.1	1.E+00 [2]	8.00E+05	1.00E+03	100	→ Re-186	
Re-187	4.12 E10 a	β ⁻	4.60E-12	5.10E-12	<0.001	<1	<0.1	1.E+03	1.00E+09	2.00E+06	1000		
Re-188	17.0040 h	β ⁻ / ph	7.40E-10	1.40E-09	0.010	1000	1.8	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3		
Re-188m	18.59 min	it / ph	2.00E-11	3.00E-11	0.016	40	0.2	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	30	→ Re-188	
Re-189	24.3 h	β ⁻ / ph	6.00E-10	7.80E-10	0.011	2000	1.6	1.E+02 [2]	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Os-189m	
Os-180 / Re-180	21.5 min	ec, β ⁺ / ph	2.50E-11	1.70E-11	0.199	300	1	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	10		
Os-181	105 min	ec, β ⁺ / ph	1.00E-10	8.90E-11	0.186	400	0.6	1.E+01 [1]	6.00E+07	8.00E+04	10	→ Re-181 [6]	
Os-182	22.10 h	ec / ph	5.20E-10	5.60E-10	0.071	100	0.2	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	30	→ Re-182-1 [6]	
Os-185	93.6 d	ec / ph	1.40E-09	5.10E-10	0.112	40	0.1	1.E+00	4.00E+06	6.00E+03	100		
Os-189m	5.8 h	it / ph	7.90E-12	1.80E-11	<0.001	5	<0.1	1.E+04 [1]	8.00E+08	1.00E+06	1000		
Os-191	15.4 d	β ⁻ / ph	1.50E-09	5.70E-10	0.015	400	0.4	1.E+02 [2]	4.00E+06	6.00E+03	10		
Os-191m	13.10 h	it / ph	1.40E-10	9.60E-11	0.002	5	0.1	1.E+03	4.00E+07	6.00E+04	100	→ Os-191	
Os-193	30.11 h	β ⁻ / ph	6.80E-10	8.10E-10	0.012	1000	1.6	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3		
Os-194	6.0 a	β ⁻ / ph	4.20E-08	2.40E-09	0.001	2	<0.1	1.E+00 [2]	1.00E+05	2.00E+02	100	→ Ir-194	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Ir-182	15 min	ec, β ⁺ / ph	4.00E-11	4.80E-11	0.584	1000	1.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Os-182	
Ir-184	3.09 h	ec, β ⁺ / ph	1.90E-10	1.70E-10	0.296	1000	1.5	1.E+01 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3		
Ir-185	14.4 h	ec, β ⁺ / ph	2.60E-10	2.60E-10	0.091	300	0.5	1.E+01 [1]	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Os-185 [6]	
Ir-186	16.64 h	ec, β ⁺ / ph	5.00E-10	4.90E-10	0.243	1000	1	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	10		
Ir-186m	1.92 h	ec, β ⁺ , it / ph	7.10E-11	6.10E-11	0.152	900	0.9	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	10		
Ir-187	10.5 h	ec, β ⁺ / ph	1.20E-10	1.20E-10	0.059	100	0.1	1.E+02	5.00E+07	7.00E+04	100		
Ir-188	41.5 h	ec, β ⁺ / ph	6.20E-10	6.30E-10	0.223	500	0.5	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10		
Ir-189	13.2 d	ec / ph	4.60E-10	2.40E-10	0.016	50	0.1	1.E+02 [2]	1.00E+07	2.00E+04	100		
Ir-190	11.78 d	ec / ph	2.50E-09	1.20E-09	0.228	800	1.3	1.E+00 [2]	2.00E+06	3.00E+03	3		
Ir-190m	1.120 h	it / ph	1.10E-11	8.00E-12	<0.001	5	<0.1	1.E+04 [1]	5.00E+08	8.00E+05	1000	→ Ir-190 [6]	
Ir-190n	3.087 h	ec, it / ph	1.40E-10	1.20E-10	0.247	900	0.9	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	10	→ Ir-190	
Ir-192	73.827 d	β ⁻ , ec / ph	4.90E-09	1.40E-09	0.131	2000	1.6	1.E+00	1.00E+06	2.00E+03	3		
Ir-192n	241 a	it / ph	1.90E-08	3.10E-10	0.025	2	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+05	4.00E+02	1000	→ Ir-192 [6]	
Ir-193m	10.53 d	it / ph	1.00E-09	2.70E-10				1.E+04	6.00E+06	8.00E+03	1000		
Ir-194	19.28 h	β ⁻ / ph	7.50E-10	1.30E-09	0.017	1000	1.6	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3		
Ir-194m	171 d	β ⁻ / ph	8.20E-09	2.10E-09	0.367	1000	1.5	1.E+01 [2]	7.00E+05	1.00E+03	3		
Ir-195	2.5 h	β ⁻ / ph	1.00E-10	1.00E-10	0.012	1000	1.7	1.E+02 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3		
Ir-195m	3.8 h	β ⁻ , it / ph	2.40E-10	2.10E-10	0.073	2000	2.6	1.E+02 [1]	3.00E+07	3.00E+04	3	→ Ir-195	
Pt-186	2.08 h	ec, α / ph	6.60E-11	9.30E-11	0.115	20	0.1	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Ir-186-1 [6], Os-182	
Pt-188	10.2 d	ec, α / ph	6.30E-10	7.60E-10	0.035	800	0.8	1.E+01 [1]	1.00E+07	1.00E+04	10	→ Ir-188 [6]	
Pt-189	10.87 h	ec, β ⁺ / ph	7.30E-11	1.20E-10	0.054	200	0.2	1.E+02	8.00E+07	1.00E+05	30	→ Ir-189	
Pt-190	6.50 E11 a	α						1.E+00	3.00E+04	4.00E+01	30		
Pt-191	2.802 d	ec / ph	1.90E-10	3.40E-10	0.053	200	0.3	1.E+01 [2]	3.00E+07	4.00E+04	30		
Pt-193	50 a	ec / ph	2.70E-11	3.10E-11	0.001	4	<0.1	1.E+01	2.00E+08	3.00E+05	1000		
Pt-193m	4.33 d	it / ph	2.10E-10	4.50E-10	0.003	2000	1.8	1.E+03 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Pt-193	
Pt-195m	4.02 d	it / ph	3.10E-10	6.30E-10	0.016	2000	2.1	1.E+02 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3		
Pt-197	19.8915 h	β ⁻ / ph	1.60E-10	4.00E-10	0.005	1000	1.5	1.E+03	4.00E+07	5.00E+04	3		
Pt-197m	95.41 min	it, β ⁻ / ph	4.30E-11	8.40E-11	0.015	2000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Pt-197	
Pt-199	30.80 min	β ⁻ / ph	2.20E-11	3.90E-11	0.031	1000	1.7	1.E+02 [1]	3.00E+08	4.00E+05	3	→ Au-199	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		Limite de libération	d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq		CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Pt-200	12.5 h	β ⁻ / ph	4.00E-10	1.20E-09	0.011	1000	1.5	1.E+02 [2]	2.00E+07	2.00E+04	3	→ Au-200		
Au-193	17.65 h	ec / ph	1.60E-10	1.30E-10	0.029	400	0.5	1.E+02	4.00E+07	5.00E+04	10	→ Pt-193		
Au-194	38.02 h	ec, β ⁺ / ph	3.80E-10	4.20E-10	0.157	200	0.2	1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	30			
Au-195	186.098 d	ec / ph	1.20E-09	2.50E-10	0.017	40	0.2	1.E+01	5.00E+06	7.00E+03	30			
Au-196	6.183 d	ec, β ⁺ / ph						1.E+01	2.00E+07	2.00E+04	1000			
Au-198	2.69517 d	β ⁻ / ph	1.10E-09	1.00E-09	0.065	1000	1.6	1.E+01	5.00E+06	8.00E+03	3			
Au-198m	2.27 d	it / ph	2.00E-09	1.30E-09	0.094	3000	3.9	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	1	→ Au-198		
Au-199	3.139 d	β ⁻ / ph	7.60E-10	4.40E-10	0.015	2000	1.5	1.E+02	8.00E+06	1.00E+04	3			
Au-200	48.4 min	β ⁻ / ph	5.60E-11	6.80E-11	0.044	1000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3			
Au-200m	18.7 h	β ⁻ , it / ph	1.00E-09	1.10E-09	0.323	2000	2.1	1.E+01 [1]	6.00E+06	8.00E+03	3	→ Au-200		
Au-201	26 min	β ⁻ / ph	2.90E-11	2.40E-11	0.008	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3			
Hg-193	3.80 h	ec, β ⁺ / ph	1.00E-10	8.20E-11	0.037	800	1.1	1.E+02 [1]	6.00E+07	8.00E+04	3	→ Au-193		
Hg-193m	11.8 h	ec, β ⁺ , it / ph	3.80E-10	4.00E-10	0.162	1000	0.9	1.E+01 [1]	2.00E+07	2.00E+04	10	→ Hg-193		
Hg-194	440 a	ec / ph	1.90E-08	5.10E-08	0.001	4	<0.1	1.E+01 [2]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Au-194 [6]		
Hg-195	10.53 h	ec, β ⁺ / ph	9.20E-11	9.70E-11	0.034	60	0.1	1.E+02	7.00E+07	9.00E+04	100	→ Au-195		
Hg-195m	41.6 h	it, ec, β ⁺ / ph	6.50E-10	5.60E-10	0.037	1000	1.3	1.E+02 [2]	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Hg-195, Au-195		
Hg-197	64.94 h	ec / ph	2.80E-10	2.30E-10	0.014	20	0.1	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	100			
Hg-197m	23.8 h	it, ec / ph	6.60E-10	4.70E-10	0.017	3000	2.7	1.E+02	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Hg-197		
Hg-199m	42.66 min	it / ph	5.20E-11	3.10E-11	0.032	2000	2.3	1.E+02 [1]	1.00E+08	2.00E+05	3			
Hg-203	46.612 d	β ⁻ / ph	1.90E-09	1.90E-09	0.039	800	0.9	1.E+01	3.00E+06	4.00E+03	10			
Tl-194	33.0 min	ec, β ⁺ / ph	8.90E-12	8.10E-12	0.125	90	0.1	1.E+01 [1]	7.00E+08	9.00E+05	100	→ Hg-194		
Tl-194m	32.8 min	ec, β ⁺ / ph	3.60E-11	4.00E-11	0.368	700	1.3	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Hg-194		
Tl-195	1.16 h	ec, β ⁺ / ph	3.00E-11	2.70E-11	0.159	200	0.3	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Hg-195		
Tl-197	2.84 h	ec, β ⁺ / ph	2.70E-11	2.30E-11	0.065	300	0.3	1.E+02 [1]	2.00E+08	3.00E+05	30	→ Hg-197		
Tl-198	5.3 h	ec, β ⁺ / ph	1.20E-10	7.30E-11	0.280	100	0.2	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	30			
Tl-198m	1.87 h	ec, β ⁺ , it / ph	7.30E-11	5.40E-11	0.188	2000	1.5	1.E+01 [1]	8.00E+07	1.00E+05	3	→ Tl-198 [6]		
Tl-199	7.42 h	ec, β ⁺ / ph	3.70E-11	2.60E-11	0.042	600	0.5	1.E+02	2.00E+08	3.00E+05	10			
Tl-200	26.1 h	ec, β ⁺ / ph	2.50E-10	2.00E-10	0.198	100	0.2	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	30			
Tl-201	72.912 h	ec / ph	7.60E-11	9.50E-11	0.018	100	0.2	1.E+02	8.00E+07	1.00E+05	30			
Tl-202	12.23 d	ec / ph	3.10E-10	4.50E-10	0.077	60	0.1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	100			

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Tl-204	3.78 a	β^- , ec / ph	6.20E-10	1.30E-09	<0.001	1000	1.4	1.E+00	1.00E+07	1.00E+04	3	→ Pb-204	
Tl-209	2.161 min	β^- / ph			0.296	1000	1.9				3	→ Pb-209	
Pb-195m	15 min	ec, β^+ / ph	3.00E-11	2.90E-11	0.254	600	1.9	1.E+01 [1]	2.00E+08	3.00E+05	3	→ Tl-195 [6]	
Pb-198	2.4 h	ec / ph	8.70E-11	1.00E-10	0.073	600	0.6	1.E+02 [1]	7.00E+07	1.00E+05	10	→ Tl-198 [6]	
Pb-199	90 min	ec, β^+ / ph	4.80E-11	5.40E-11	0.218	200	0.3	1.E+01 [1]	1.00E+08	2.00E+05	30	→ Tl-199	
Pb-200	21.5 h	ec / ph	2.60E-10	4.00E-10	0.037	1000	1	1.E+01	2.00E+07	3.00E+04	10	→ Tl-200 [6]	
Pb-201	9.33 h	ec, β^+ / ph	1.20E-10	1.60E-10	0.120	300	0.3	1.E+01	5.00E+07	7.00E+04	30	→ Tl-201	
Pb-202	5.25 E4 a	ec, α / ph	1.40E-08	8.70E-09	0.001	4	<0.1	1.E-01 [2]	4.00E+05	6.00E+02	30	→ Tl-202	
Pb-202m	3.53 h	it, ec / ph	1.20E-10	1.30E-10	0.310	900	1	1.E+01 [1]	5.00E+07	7.00E+04	10	→ Pb-202, Tl-202	
Pb-203	51.873 h	ec / ph	1.60E-10	2.40E-10	0.054	500	0.4	1.E+01	4.00E+07	5.00E+04	10		
Pb-205	1.53 E7 a	ec / ph	4.10E-10	2.80E-10	0.001	4	<0.1	1.E+01	1.00E+07	2.00E+04	1000		
Pb-209	3.253 h	β^-	3.20E-11	5.70E-11	<0.001	1000	1.4	1.E+03	2.00E+08	3.00E+05	3		
Pb-210	22.20 a	β^- , α / ph	1.10E-06	6.80E-07	0.003	3	<0.1	1.E-01 [2]	5.00E+03	8.00E+00	0.3	→ Bi-210	
Pb-211 / Bi-211	36.1 min	β^- , α / ph	5.60E-09	1.80E-10	0.016	1000	1.7	1.E+02 [1]	1.00E+06	1.00E+03	3		
Pb-212	10.64 h	β^- / ph	3.30E-08	5.90E-09	0.025	2000	1.8	1.E+01 [2]	2.00E+05	3.00E+02	3	→ Bi-212 [6]	
Pb-214	26.8 min	β^- / ph	4.80E-09	1.40E-10	0.041	2000	1.9	1.E+02 [1]	1.00E+06	2.00E+03	3	→ Bi-214 [6]	
Bi-200	36.4 min	ec, β^+ / ph	5.60E-11	5.10E-11	0.371	600	0.7	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	10	→ Pb-200	
Bi-201	108 min	ec, β^+ / ph	1.10E-10	1.20E-10	0.205	500	0.8	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	10	→ Pb-201 [6]	
Bi-202	1.72 h	ec, β^+ / ph	1.00E-10	8.90E-11	0.367	500	0.6	1.E+01 [1]	6.00E+07	8.00E+04	10	→ Pb-202	
Bi-203	11.76 h	ec, β^+ / ph	4.50E-10	4.80E-10	0.310	200	0.4	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	10	→ Pb-203	
Bi-205	15.31 d	ec, β^+ / ph	1.00E-09	9.00E-10	0.239	100	0.2	1.E+01 [1]	6.00E+06	8.00E+03	30	→ Pb-205	
Bi-206	6.243 d	ec, β^+ / ph	2.10E-09	1.90E-09	0.487	600	1	1.E+00	3.00E+06	4.00E+03	10		
Bi-207	32.9 a	ec, β^+ / ph	3.20E-09	1.30E-09	0.233	100	0.3	1.E-01	2.00E+06	3.00E+03	30		
Bi-208	3.68 E5 a	ec / ph						1.E-02	2.00E+06	2.00E+03	300		
Bi-210	5.013 d	β^- , α	6.00E-08	1.30E-09	<0.001	1000	1.6	1.E+03	1.00E+05	1.00E+02	3	→ Po-210	
Bi-210m	3.04 E6 a	α / ph	2.10E-06	1.50E-08	0.042	500	0.4	1.E-01 [2]	3.00E+03	4.00E+00	10	→ Tl-206	
Bi-212 / Po-212, Tl-60.55 min	208	β^- , α / ph	3.90E-08	2.60E-10	0.180	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+05	2.00E+02	3		
Bi-213 / Po-213, Tl-45.59 min	209	β^- , α / ph	4.10E-08	2.00E-10	0.027	1000	1.6	1.E+02 [1]	1.00E+05	2.00E+02	3		

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Bi-214	19.9 min	β ⁻ , α / ph	2.10E-08	1.10E-10	0.239	1000	1.7	1.E+01 [1]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Po-214-> Pb-210	
Po-203	36.7 min	ec, β ⁺ , α / ph	6.10E-11	5.20E-11	0.245	1000	1	1.E+01 [1]	1.00E+08	1.00E+05	10	→ Bi-203 [6]	
Po-205	1.66 h	ec, β ⁺ , α / ph	8.90E-11	5.90E-11	0.233	200	0.3	1.E+01 [1]	7.00E+07	9.00E+04	30	→ Bi-205 [6], Pb-201	
Po-206	8.8 d	ec, α / ph						1.E+00	2.00E+04	2.00E+01	3	→ Bi-206 [6]	
Po-207	5.80 h	ec, β ⁺ , α / ph	1.50E-10	1.40E-10	0.201	200	0.3	1.E+01 [1]	4.00E+07	6.00E+04	30	→ Bi-207 [6]	
Po-208	2.898 a	α, ec						1.E+00	3.00E+03	3.00E+00	0.3	→ Bi-208	
Po-209	102 a	α, ec / ph						1.E+00	3.00E+03	3.00E+00	0.3	→ Pb-205	
Po-210	138.376 d	α	2.20E-06	2.40E-07	<0.001	<1	<0.1	1.E+00	3.00E+03	4.00E+00	1		
At-207	1.80 h	ec, β ⁺ , α / ph	1.90E-09	2.30E-10	0.198	500	0.5	1.E+01 [1]	3.00E+06	4.00E+03	10	→ Po-207 [6], Bi-203	
At-211	7.214 h	ec, α / ph	1.10E-07	1.10E-08	0.008	3	<0.1	1.E+03 [2]	5.00E+04	8.00E+01	30	→ Po-211, Bi-207 [6]	
Rn-220	55.6 s	α / ph			<0.001	<1	<0.1	1.E+04 [1]		???		→ Po-216-> Pb-212	
Rn-222	3.8235 d	α / ph			<0.001	<1	<0.1	1.E+01 [2]		???		→ Po-218-> Pb-214	
Fr-222	14.2 min	β ⁻ / ph	2.10E-08	7.10E-10	0.001	1000	1.6	1.E+03 [2]	3.00E+05	4.00E+02	3	→ Ra-222 etc.	
Fr-223	22.00 min	β ⁻ , α / ph	1.30E-09	2.30E-09	0.017	2000	1.8	1.E+02 [1]	5.00E+06	6.00E+03	3	→ Ra-223	
Ra-223	11.43 d	α / ph	5.70E-06	1.00E-07	0.024	600	0.5	1.E+01 [2]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Rn-219→ Po-215→ Pb-211	
Ra-224	3.66 d	α / ph	2.40E-06	6.50E-08	0.002	30	<0.1	1.E+00 [2]	3.00E+03	3.00E+00	3	→ Rn-220 etc.	
Ra-225	14.9 d	β ⁻ / ph	4.80E-06	9.50E-08	0.007	1000	0.9	1.E+01	1.00E+03	2.00E+00	3	→ Ac-225	
Ra-226	1600 a	α / ph	2.20E-06	2.80E-07	0.001	50	<0.1	1.E-02 [2]	3.00E+03	4.00E+00	1	→ Rn-222	
Ra-226 (+ filles)					0.283	5000	5.2	1.E-02	3.00E+03	4.00E+00	1		
Ra-227	42.2 min	β ⁻ / ph	2.10E-10	8.40E-11	0.038	2000	1.8	1.E+02 [1]	3.00E+07	4.00E+04	3	→ Ac-227	
Ra-228	5.75 a	β ⁻ / ph	1.70E-06	6.70E-07	<0.001	<1	<0.1	1.E-01 [2]	4.00E+03	5.00E+00	0.3	→ Ac-228	
Ac-224	2.78 h	ec, α / ph	9.90E-08	7.00E-10	0.038	100	0.2	1.E+02 [1]	6.00E+04	8.00E+01	30	→ Ra-224, Fr-220 etc.	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		Limite de saturation		d'autori-Valeurs directrices		Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Ac-225	10.0 d	α / ph	6.50E-06	2.40E-08	0.005	20	0.1	1.E+01 [2]	9.00E+02	1.00E+00	10	→ Fr-221 etc.		
Ac-226	29.37 h	β ⁻ , ec, α / ph	1.00E-06	1.00E-08	0.024	1000	1.3	1.E+02 [2]	6.00E+03	8.00E+00	3	→ Th-226, Ra-226, Fr-222		
Ac-227	21.772 a	β ⁻ , α / ph	6.30E-04	1.10E-06	<0.001	<1	<0.1	1.E-02 [2]	1.00E+01	1.00E-02	0.1	→ Th-227, Fr-223		
Ac-228	6.15 h	β ⁻ / ph	2.90E-08	4.30E-10	0.145	2000	1.8	1.E+01 [1]	2.00E+05	3.00E+02	3	→ Th-228		
Th-226	30.57 min	α / ph	7.80E-08	3.60E-10	0.002	100	0.3	1.E+03 [1]	8.00E+04	1.00E+02	30	→ Ra-222 etc.		
Th-227	18.68 d	α / ph	7.60E-06	8.90E-09	0.023	200	0.2	1.E+01	8.00E+02	1.00E+00	10	→ Ra-223		
Th-228	1.9116 a	α / ph	3.20E-05	7.00E-08	0.002	3	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	3	→ Ra-224		
Th-229	7.34 E3 a	α / ph	6.90E-05	4.80E-07	0.027	300	0.5	1.E-01 [2]	9.00E+01	1.00E-01	0.3	→ Ra-225		
Th-230	7.538 E4 a	α / ph	2.80E-05	2.10E-07	0.001	3	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Ra-226		
Th-231	25.52 h	β ⁻ / ph	4.00E-10	3.40E-10	0.019	700	0.8	1.E+03	2.00E+07	2.00E+04	10	→ Pa-231		
Th-232	1.405 E10 a	α / ph	2.90E-05	2.20E-07	0.001	3	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Ra-228		
Th-234 / Pa-234m	24.10 d	β ⁻ / ph	5.80E-09	3.40E-09	0.008	1000	1.9	1.E+02 [2]	1.00E+06	1.00E+03	3	→ Pa-234		
Th nat (+ filles)					0.355	6000	5.4	voir annexe 2			1			
Pa-227	38.3 min	α, ec / ph	9.70E-08	4.50E-10	0.007	5	<0.1	1.E+01 [1]	6.00E+04	9.00E+01	300	→ Ac-223		
Pa-228	22 h	ec, β ⁺ , α / ph	5.10E-08	7.80E-10	0.168	400	0.9	1.E+01	1.00E+05	2.00E+02	10	→ Th-228, Ac-224		
Pa-230	17.4 d	ec, β ⁻ , α / ph	5.70E-07	9.20E-10	0.108	200	0.3	1.E+01	1.00E+04	1.00E+01	30	→ Th-230, U-230, Ac-226		
Pa-231	3.276 E4 a	α / ph	8.90E-05	7.10E-07	0.020	40	0.1	1.E-02	7.00E+01	9.00E-02	0.3	→ Ac-227		
Pa-232	1.31 d	β ⁻ , ec / ph	6.80E-09	7.20E-10	0.151	1000	1.3	1.E+01	9.00E+05	1.00E+03	3	→ U-232		
Pa-233	26.967 d	β ⁻ / ph	3.20E-09	8.70E-10	0.041	2000	1.4	1.E+01	2.00E+06	3.00E+03	3	→ U-233		
Pa-234	6.70 h	β ⁻ / ph	5.80E-10	5.10E-10	0.281	2000	2.9	1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	3	→ U-234		
U-230	20.8 d	α / ph	1.20E-05	5.50E-08	0.003	6	<0.1	1.E+01 [2]	5.00E+02	7.00E-01	3	→ Th-226		
U-231	4.2 d	ec, α / ph	4.00E-10	2.80E-10	0.032	10	0.1	1.E+02	2.00E+07	2.00E+04	100	→ Pa-231, Th-227		
U-232	68.9 a	α / ph	2.60E-05	3.30E-07	0.002	6	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Th-228		
U-233	1.592 E5 a	α / ph	6.90E-06	5.00E-08	0.001	2	<0.1	1.E+00	9.00E+02	1.00E+00	3	→ Th-229		
U-234	2.455 E5 a	α / ph	6.80E-06	4.90E-08	0.002	3	<0.1	1.E+00	9.00E+02	1.00E+00	3	→ Th-230		
U-235	7.04 E8 a	α / ph	6.10E-06	4.60E-08	0.028	100	0.2	1.E+00 [2]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Th-231		
U-236	2.342E7 a	α / ph	6.30E-06	4.60E-08	0.002	1	<0.1	1.E+01 [1]	1.00E+03	1.00E+00	3	→ Th-232		

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	h _{c0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
U-237	6.75 d	β ⁻ / ph	1.70E-09	7.70E-10	0.037	1000	1.6	1.E+02	4.00E+06	5.00E+03	3	→ Np-237	
U-238	4.468 E9 a	α, fs / ph	5.70E-06	4.40E-08	0.002	1	<0.1	1.E+00 [2]	1.00E+03	1.00E+00	10	→ Th-234	
U-239	23.45 min	β ⁻ / ph	3.50E-11	2.80E-11	0.012	1000	1.6	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Np-239	
U-240	14.1 h	β ⁻ / ph	8.40E-10	1.10E-09	0.009	1000	1	1.E+02 [2]	7.00E+06	1.00E+04	10	→ Np-240	
U nat (+ filles)					0.296	6000	7.1	voir annexe 2			1		
Np-232	14.7 min	ec, β ⁺ / ph	3.50E-11	9.70E-12	0.199	400	0.6	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ U-232	
Np-233	36.2 min	ec, α / ph	3.00E-12	2.20E-12	0.022	40	<0.1	1.E+02 [1]	2.00E+09	3.00E+06	1000	→ U-233	
Np-234	4.4 d	ec, β ⁺ / ph	7.30E-10	8.10E-10	0.219	80	0.2	1.E+01	8.00E+06	1.00E+04	30	→ U-234	
Np-235	396.1 d	ec, α / ph	2.70E-10	5.30E-11	0.008	3	<0.1	1.E+03	2.00E+07	3.00E+04	1000	→ U-235, Pa-231	
Np-236	1.54 E5 a	ec, β ⁻ , α / ph	2.00E-06	1.70E-08	0.046	1000	1.8	1.E+00	3.00E+03	4.00E+00	3	→ U-236, Pu-236	
Np-236m	22.5 h	ec, β ⁻ / ph	3.60E-09	1.90E-10	0.013	600	0.6	1.E+02	2.00E+06	2.00E+03	10	→ U-236, Pu-236	
Np-237	2.144 E6 a	α / ph	1.50E-05	1.10E-07	0.018	30	0.1	1.E+00 [2]	4.00E+02	6.00E-01	3	→ Pa-233	
Np-238	2.117 d	β ⁻ / ph	1.70E-09	9.10E-10	0.089	1000	1.1	1.E+01	4.00E+06	5.00E+03	3	→ Pu-238	
Np-239	2.3565 d	β ⁻ / ph	1.10E-09	8.00E-10	0.039	2000	2.3	1.E+02	5.00E+06	8.00E+03	3	→ Pu-239	
Np-240	61.9 min	β ⁻ / ph	1.30E-10	8.20E-11	0.225	3000	3.4	1.E+01 [1]	5.00E+07	6.00E+04	1	→ Pu-240	
Np-240m	7.22 min	β ⁻ , it / ph			0.060	1000	1.6	1.E+03			3	→ Pu-240	
Pu-234	8.8 h	ec, α / ph	1.80E-08	1.60E-10	0.018	6	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+05	5.00E+02	1000	→ Np-234, U-230	
Pu-235	25.3 min	ec, α / ph	2.60E-12	2.10E-12	0.026	8	<0.1	1.E+02 [1]	2.00E+09	3.00E+06	1000	→ Np-235, U-231	
Pu-236	2.858 a	α, fs / ph	1.30E-05	8.60E-08	0.003	1	<0.1	1.E+00	5.00E+02	6.00E-01	3	→ U-232	
Pu-237	45.2 d	ec, α / ph	3.00E-10	1.00E-10	0.018	6	<0.1	1.E+02	2.00E+07	3.00E+04	1000	→ Np-237, U-233	
Pu-238	87.7 a	α, fs / ph	3.00E-05	2.30E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-234	
Pu-239	2.411 E4 a	α / ph	3.20E-05	2.50E-07	0.001	<1	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-235	
Pu-240	6564 a	α, fs / ph	3.20E-05	2.50E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-236	
Pu-241	14.35 a	β ⁻ , a	5.80E-07	4.70E-09	<0.001	<1	<0.1	1.E+01	1.00E+04	1.00E+01	30	→ Am-241, U-237	
Pu-242	3.75 E5 a	α, fs / ph	3.10E-05	2.40E-07	0.002	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-238	
Pu-243	4.956 h	β ⁻ / ph	1.10E-10	8.50E-11	0.007	1000	1.3	1.E+03	5.00E+07	8.00E+04	3	→ Am-243	
Pu-244 [9]	8.00 E7 a	α, fs / ph	3.00E-05	2.40E-07	0.053	1	0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ U-240	
Pu-245	10.5 h	β ⁻ / ph	6.50E-10	7.20E-10	0.070	2000	2	1.E+02 [2]	9.00E+06	1.00E+04	3	→ Am-245	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		d'autori-Valeurs directrices			
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	$h_{0,07}$ (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	$hc_{0,07}$ (mSv/h)/ Bq/cm ²	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²	Nucléide de filiation instable	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Pu-246	10.84 d	β^- / ph	7.00E-09	3.30E-09	0.034	700	0.7	1.E+01 [2]	9.00E+05	1.00E+03	10	→ Am-246	
Am-237	73.0 min	$ec, \alpha / \text{ph}$	3.60E-11	1.80E-11	0.073	800	0.7	1.E+02 [1]	2.00E+08	2.00E+05	10	→ Pu-237, Np-233	
Am-238	98 min	$ec, \beta^+, \alpha / \text{ph}$	6.60E-11	3.20E-11	0.145	60	0.1	1.E+01 [1]	9.00E+07	1.00E+05	100	→ Pu-238, Np-234	
Am-239	11.9 h	$ec, \alpha / \text{ph}$	2.90E-10	2.40E-10	0.059	1000	1.4	1.E+02 [1]	2.00E+07	3.00E+04	3	→ Pu-239, Np-235	
Am-240	50.8 h	$ec, \alpha / \text{ph}$	5.90E-10	5.80E-10	0.171	50	0.3	1.E+01	1.00E+07	1.00E+04	30	→ Pu-240, Np-236	
Am-241	432.2 a	α / ph	2.70E-05	2.00E-07	0.019	6	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Np-237	
Am-242	16.02 h	$\beta^-, ec / \text{ph}$	1.20E-08	3.00E-10	0.009	1000	1.1	1.E+03	5.00E+05	7.00E+02	3	→ Cm-242, Pu-242	
Am-242m	141 a	$it, \alpha / \text{ph}$	2.40E-05	1.90E-07	0.006	2	<0.1	1.E-01 [2]	3.00E+02	3.00E-01	1	→ Am-242, Np-238	
Am-243	7.37 E3 a	α / ph	2.70E-05	2.00E-07	0.014	2	<0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Np-239	
Am-244	10.1 h	β^- / ph	1.50E-09	4.60E-10	0.145	3000	2.9	1.E+01	4.00E+06	6.00E+03	3	→ Cm-244	
Am-244m	26 min	β^- / ph	6.20E-11	2.90E-11	0.002	1000	1.6	1.E+04 [1]	1.00E+08	1.00E+05	3	→ Cm-244	
Am-245	2.05 h	β^- / ph	7.60E-11	6.20E-11	0.007	2000	1.8	1.E+03	8.00E+07	1.00E+05	3	→ Cm-245	
Am-246	39 min	β^- / ph	1.10E-10	5.80E-11	0.135	4000	4.5	1.E+01 [1]	5.00E+07	8.00E+04	1	→ Cm-246	
Am-246m	25.0 min	β^- / ph	3.80E-11	3.40E-11	0.154	1000	1.7	1.E+01 [1]	2.00E+08	2.00E+05	3	→ Cm-246	
Cm-238	2.4 h	$ec, \alpha / \text{ph}$	4.80E-09	8.00E-11	0.021	7	<0.1	1.E+02 [1]	1.00E+06	2.00E+03	1000	→ Am-238, Pu-234	
Cm-240	27 d	$\alpha, fs / \text{ph}$	2.30E-06	7.60E-09	0.003	<1	<0.1	1.E+02	3.00E+03	4.00E+00	30	→ Pu-236	
Cm-241	32.8 d	$ec, \alpha / \text{ph}$	2.60E-08	9.10E-10	0.100	600	0.7	1.E+01	2.00E+05	3.00E+02	10	→ Am-241, Pu-237	
Cm-242	162.8 d	$\alpha, fs / \text{ph}$	3.70E-06	1.20E-08	0.002	<1	<0.1	1.E+01	2.00E+03	2.00E+00	30	→ Pu-238	
Cm-243	29.1 a	ec / ph	2.00E-05	1.50E-07	0.033	1000	1.1	1.E+00	3.00E+02	4.00E-01	1	→ Pu-239, Am-243	
Cm-244	18.10 a	$\alpha, fs / \text{ph}$	1.70E-05	1.20E-07	0.002	<1	<0.1	1.E+00	4.00E+02	5.00E-01	3	→ Pu-240	
Cm-245	8.5 E3 a	$\alpha, fs / \text{ph}$	2.70E-05	2.10E-07	0.028	400	0.4	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-241	
Cm-246 [9]	4.76 E3 a	$\alpha, fs / \text{ph}$	2.70E-05	2.10E-07	0.013	<1	<0.1	1.E-01	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-242	
Cm-247	1.56 E7 a	α / ph	2.50E-05	1.90E-07	0.053	100	0.1	1.E-01 [2]	2.00E+02	3.00E-01	1	→ Pu-243	
Cm-248 [9]	3.48 E5 a	$\alpha, fs / \text{ph}$	9.50E-05	7.70E-07	3.8	<1	<0.1	1.E-01	6.00E+01	9.00E-02	0.3	→ Pu-244	
Cm-249	64.15 min	β^- / ph	5.10E-11	3.10E-11	0.003	1000	1.5	1.E+03	1.00E+08	2.00E+05	3	→ Bk-249	
Cm-250 [9]	8300 a	$\alpha, \beta^-, fs / \text{ph}$	5.40E-04	4.40E-06	36	<1	<0.1	1.E-02 [2]	1.00E+01	2.00E-02	0.1	→ Pu-246, Bk-250	
Bk-245	4.94 d	$ec, \alpha / \text{ph}$	1.80E-09	5.70E-10	0.054	2000	1.6	1.E+02	3.00E+06	5.00E+03	3	→ Cm-245, Am-241	
Bk-246	1.80 d	ec / ph	4.60E-10	4.80E-10	0.161	30	0.1	1.E+01 [1]	1.00E+07	2.00E+04	100	→ Cm-246	

Nucléide	Période	Mode de désintégration / rayonnement	Grandeurs d'appréciation					Limite de libération		d'autori-Valeurs directrices			Nucléide de filiation instable
			e _{inh} Sv/Bq	e _{ing} Sv/Bq	h ₁₀ (mSv/h)/G Bq à 1 m de distance	h _{0,07} (mSv/h)/GBq à 10 cm de distance	hc _{0,07} (mSv/h)/(kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/cm ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Bk-247	1.38 E3 a	α / ph	4.50E-05	3.50E-07	0.021	800	0.7	1.E-01	1.00E+02	2.00E-01	1	→ Am-243	
Bk-249	330 d	β ⁻ , α	1.00E-07	9.70E-10	<0.001	20	<0.1	1.E+02	6.00E+04	8.00E+01	300	→ Cf-249, Am-245	
Bk-250	3.212 h	β ⁻ / ph	7.10E-10	1.40E-10	0.137	1000	1.5	1.E+01 [1]	8.00E+06	1.00E+04	3	→ Cf-250	
Cf-244	19.4 min	α / ph	1.80E-08	7.00E-11	0.003	<1	<0.1	1.E+04 [1]	3.00E+05	5.00E+02	1000	→ Cm-240	
Cf-246	35.7 h	α, fs / ph	3.50E-07	3.30E-09	0.002	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+04	2.00E+01	100	→ Cm-242	
Cf-248 [9]	334 d	α, fs / ph	6.10E-06	2.80E-08	0.003	<1	<0.1	1.E+00	1.00E+03	1.00E+00	10	→ Cm-244	
Cf-249	351 a	α, fs / ph	4.50E-05	3.50E-07	0.060	200	0.2	1.E-01	1.00E+02	2.00E-01	1	→ Cm-245	
Cf-250 [9]	13.08 a	α, fs / ph	2.20E-05	1.60E-07	0.035	<1	<0.1	1.E+00	3.00E+02	4.00E-01	1	→ Cm-246	
Cf-251	900 a	α / ph	4.60E-05	3.60E-07	0.037	1000	1.8	1.E-01	1.00E+02	2.00E-01	1	→ Cm-247	
Cf-252 [9]	2.645 a	α, fs / ph	1.30E-05	9.00E-08	1.3	<1	<0.1	1.E+00	5.00E+02	6.00E-01	3	→ Cm-248	
Cf-253	17.81 d	β ⁻ , α / ph	1.00E-06	1.40E-09	<0.001	800	0.8	1.E+02 [2]	6.00E+03	8.00E+00	10	→ Es-253, Cm-249	
Cf-254 [9]	60.5 d	α, fs / ph	2.20E-05	4.00E-07	42	<1	<0.1	1.E+00	3.00E+02	4.00E-01	1	→ Cm-250	
Es-250	8.6 h	ec / ph	4.20E-10	2.10E-11	0.071	20	0.1	1.E+02 [1]	1.00E+07	2.00E+04	100	→ Cf-250	
Es-251	33 h	ec, α / ph	1.70E-09	1.70E-10	0.028	200	0.2	1.E+02 [1]	4.00E+06	5.00E+03	30	→ Cf-251, Bk-247	
Es-253	20.47 d	α, fs / ph	2.10E-06	6.10E-09	0.001	1	<0.1	1.E+02	3.00E+03	4.00E+00	30	→ Bk-249	
Es-254	275.7 d	α, β ⁻ , fs / ph	6.00E-06	2.80E-08	0.021	6	<0.1	1.E-01 [2]	1.00E+03	1.00E+00	10	→ Bk-250	
Es-254m	39.3 h	β ⁻ , α, ec, fs / ph	3.70E-07	4.20E-09	0.077	1000	1.4	1.E+01 [2]	2.00E+04	2.00E+01	3	→ Fm-254, Bk-250	
Fm-252	25.39 h	α, fs / ph	2.60E-07	2.70E-09	0.002	<1	<0.1	1.E+03	2.00E+04	3.00E+01	100	→ Cf-248	
Fm-253	3.00 d	ec, α / ph	3.00E-07	9.10E-10	0.023	200	0.2	1.E+02	2.00E+04	3.00E+01	30	→ Es-253, Cf-249	
Fm-254	3.240 h	α, fs / ph	7.70E-08	4.40E-10	0.002	<1	<0.1	1.E+04 [1]	8.00E+04	1.00E+02	1000	→ Cf-250	
Fm-255	20.07 h	α, fs / ph	2.60E-07	2.50E-09	0.016	5	0.1	1.E+02	2.00E+04	3.00E+01	100	→ Cf-251	
Fm-257	100.5 d	α, fs / ph	5.20E-06	1.50E-08	0.032	600	0.8	1.E+01	1.00E+03	2.00E+00	10	→ Cf-253	
Md-257	5.2 h		2.00E-08	1.20E-10	0.027	30	<0.1	1.E+02 [1]	3.00E+05	4.00E+02	1000	→ Fm-257, Es-253	
Md-258	55 d		4.40E-06	1.30E-08	0.007	2	<0.1	1.E+01	1.00E+03	2.00E+00	10	→ Es-254	

Explications concernant les différentes colonnes

- 1-3 Indications générales sur le radionucléide [Source: Commission internationale de protection radiologique, CIPR 107]. Les nucléides de filiation de période inférieure à 10 minutes ne sont pas mentionnés séparément; leurs propriétés sont intégrées dans la ligne du nucléide mère.
- 1 Radionucléide; m: métastable. Un nucléide de filiation de période inférieure à 10 minutes est indiqué après la barre oblique.
- 2 Période: s = seconde; min = minute; h = heure; d = jour; a = année; E = présentation exponentielle. Source: Commission internationale de protection radiologique, CIPR 107. Pour les quelques nucléides qui n'y figurent pas: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 août 2011; Tableau III-2A.
- 3 Type de désintégration/rayonnement: α : rayonnement alpha; β , β^+ , β^- : rayonnement bêta; ec: capture d'électron, it: transition isomérique; fs: fission spontanée. Pour chaque radionucléide, le «rayonnement» se traduit par «/ph» si la désintégration est accompagnée par l'émission d'un rayonnement photonique (γ ou X) d'une énergie supérieure à 10⁻⁴ MeV par désintégration.
- 4, 5 Coefficient de dose efficace engagée pour l'exposition interne chez l'adulte. [Source: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 août 2011; tableau III-2A, colonne e(g)_s \square_m pour l'inhalation et colonne e(g) pour l'ingestion. Pour les quelques nucléides qui n'y figurent pas: International Commission on Radiological Protection, "ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public", accessible sur l'onglet "Free Educational CD Downloads" du site <http://www.icrp.org/>
- 4 Coefficient de dose efficace engagée pour l'incorporation par inhalation de l'activité d'un radionucléide. L'inhalation de 1 Bq conduit au maximum à la dose efficace engagée en Sv, indiquée dans la colonne. La valeur indiquée correspond à la valeur maximale obtenue pour les différents types (ou vitesses) d'absorption des poumons dans le sang (F, M ou S), avec un AMAD 5 μ m.
- N.B. Pour 12 radionucléides [Nb-91, Nb-91m, Nb-92m, Te-119m, Nd-140, Re-183, Pt-190, Au-196, Bi-208, Po-206, Po-208, Po-209], les valeurs de einh ne sont données ni dans les BSS IAEA ni dans le CD1 ICRP. Les valeurs pour ces radionucléides, dans l'ORaP du 22 juin 1994, étaient extraites du rapport NRPB-R245 de 1991; vu l'ancienneté de la source et comme ces radionucléides sont de faible importance, il a été décidé de renoncer à donner des coefficients de dose pour ces douze radionucléides dans la version révisée de l'ORaP.
- 5 Coefficient de dose pour la dose efficace engagée pour l'incorporation par ingestion (manger, boire) de l'activité d'un radionucléide. L'ingestion de 1 Bq conduit au maximum à la dose efficace engagée, en Sv, indiquée dans la colonne.
- N.B. Pour 12 radionucléides (idem einh), les valeurs de eing ne sont données ni dans les BSS IAEA ni dans le CD1 ICRP. Les valeurs pour ces radionucléides, dans l'ORaP du 22 juin 1994, étaient extraites du rapport NRPB-R245 de 1991;

vu l'ancienneté de la source et comme ces radionucléides sont de faible importance, il a été décidé de renoncer à donner des coefficients de dose pour ces douze radionucléides dans la version révisée de l'ORaP.

- 6–8 Coefficient de dose pour l'exposition externe [Source: Petoussi et al., GSF-Bericht 7/93, Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Neuherberg]. Lorsque le nucléide de filiation a une période inférieure à 10 minutes, la somme des coefficients de dose du nucléide mère et du nucléide de filiation est indiquée.
- 6 Débit de dose à une profondeur de 10 mm de tissu (débit d'équivalent de dose ambiante) à 1 m de distance d'une source radioactive ayant une activité de 1 GBq (109 Bq).
- 7 Débit de dose à 0,07 mm de profondeur de tissu (débit d'équivalent de dose directionnelle) à 10 cm de distance d'une source radioactive ayant une activité de 1 GBq (109 Bq).
- 8 Coefficient de dose pour la contamination de la peau. Une contamination de la peau de 1 kBq/cm² (moyenne sur 100 cm²) provoque le débit de dose indiqué (débit d'équivalent de dose directionnelle).
- 9–12 Limite de libération, limite d'autorisation et valeurs directrices
- 9 Limite de libération pour l'activité spécifique en Bq/kg (LL). [Sources: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 August 2011; Tableau I-2; Brenk Systemplanung, Berechnung von Freigrenzen und Freigabewerten für Nuklide, für die keine Werte in den IAEA-BSS vorliegen Endbericht, Aachen, 2012]. Pour les radionucléides de courte période, les limites d'exemption figurant dans le rapport de Brenk Systemplanung sont souvent plus élevées que les limites de libération en activité spécifique applicables à des quantités modérées de matière définies dans les BSS IAEA. Dans ce cas, ainsi que pour les quelques radionucléides pour lesquels aucune valeur n'a été calculée par Brenk Systemplanung, les limites de libération en activité spécifique retenues dans la présente ordonnance sont celles applicables à des quantités modérées de matière figurant dans les BSS IAEA. [Quelle: IAEA, Safety Requirements: Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Revision of IAEA Safety Series N°115, GOV2011/42, 15 August 2011; Tableau I-1, colonne "Activity Concentration"]. Les radionucléides pour lesquels les limites de libération retenues sont celles figurant dans les BSS IAEA pour les quantités modérées de matière sont indiqués par la note [1] dans la colonne 9 du tableau. Les radionucléides pour lesquels la contribution de descendants a été prise en compte pour la détermination de la valeur de LL sont accompagnés de la note [2] dans la colonne 9 du tableau. Le tableau ci-dessous indique pour chaque radionucléide pour lequel une descendance a été prise en compte, le dernier radionucléide de la chaîne de désintégration compris avec la mère pour le calcul de la valeur de LL.

Exemple: Ra-226 -> Po-214; signifie que les descendants du Ra-226 jusqu'au Po-214 (à savoir, le Rn-222, le Po-218, le Pb-214, le Bi-214 et le Po-214) sont inclus avec la mère pour le calcul de LL.

Pour le H-3 et le S-35, pour lesquels il existe différentes formes chimiques, le calcul de LL dans le rapport de Brenk a été effectué avec les coefficients de dose les plus péjorants pour chacune des voies d'exposition (p. ex., pour S-35, avec le eing de S-35 org et le einh de S-35 inorg). Les valeurs de LL ainsi obtenues ont été appliquées à toutes les formes chimiques du radionucléide.

- 10 Limite d'autorisation pour les activités quotidiennes. Les limites d'autorisation sont déduites de la colonne 4, car c'est le danger d'inhalation qui prédomine dans l'utilisation de radionucléides en laboratoire. L'inhalation unique d'une activité LA provoque une dose efficace engagée de 6 mSv.
- Pour les gaz rares, C-11, N-13, O-15, F-18 et Cl-38 la limite d'autorisation correspond à l'activité contenue dans un local d'un volume de 1000 m³ et à une concentration CA selon la colonne 11.
- 11 Valeur directrice pour l'activité durable dans l'air applicable aux personnes professionnellement exposées aux radiations. L'inhalation d'air à une concentration d'activité CA pendant 40 heures par semaine et 50 semaines par année provoque une dose efficace engagée de 20 mSv.
- Pour l'inhalation, on a: $CA [Bq/m^3] = 0,02 Sv / (einh \square\square 2400 m^3/a)$.
- Pour les gaz rares, le séjour dans un nuage de forme semi-sphérique de grande extension pendant 40 heures par semaine et 50 semaines par année provoque une dose efficace de 20 mSv (les coefficients de dose d'immersion eimm proviennent de la publication CIPR119 ou, s'ils n'y figurent pas, de la directive ENSI-G14). Dans la plupart des cas, la valeur CA se rapporte au nucléide mère. Les exceptions pour lesquelles la valeur CA du nucléide de filiation est indiquée sont marquées spécialement. Sont également marqués par une note de bas de page les cas où l'immersion provoque une irradiation de la peau ou de tous les organes et où la dose par immersion est plus importante que celle par inhalation. [5]: pour Kr-88, on a indiqué les valeurs du nucléide de filiation en cas d'immersion. [3]: déduite de la dose efficace en cas d'immersion. [4]: déduite de la dose délivrée à la peau en cas d'immersion. Dans ce cas, le coefficient de dose eimm pour la peau provient de la référence [Federal Guidance Report N°12, External Exposure to Radionuclides in air, water and soil, Keith F. Eckerman and Jeffrey C. Ryman, Sept. 1993].
- 12 Valeur directrice pour la contamination surfacique en dehors de secteurs contrôlés. La surface sur laquelle la moyenne de la contamination surfacique est effectuée peut aller jusqu'à 100 cm² dans le cas du contrôle de la contamination de personnes et de surfaces de travail, jusqu'à 300 cm² lors de mesures de libération de matériaux et jusqu'à 1000 cm² lors de la libération de bâtiments. Lorsque les circonstances le justifient, l'autorité de surveillance peut autoriser des surfaces plus grandes.
- 13 Nucléide de filiation instable
- 13 Nucléide de filiation instable; -> signifie: se désintègre en ...; en cas de désintégration en plusieurs nucléides, ceux-ci sont séparés par une virgule; une deuxième flèche indique une série de désintégration. [6]: la valeur h10 du nucléide

de filiation dépasse 0,1 (mSv/h)/GBq à une distance de 1 m (suivant le cas, prendre en considération le nucléide de filiation).

Tableau des notes:

- [1] Radionucléide pour lesquels la limite de libération retenue est celle figurant dans les BSS IAEA pour les quantités modérées de matière.
- [2] Radionucléide pour lequel la contribution de descendants a été prise en compte pour la détermination de la valeur de LL (colonne 9). Le tableau de la page 109 indique, pour chacun de ces radionucléides, le dernier radionucléide de la chaîne de désintégration compris avec la mère pour le calcul de la valeur de LL.
- [3] Déduite de la dose efficace en cas d'immersion (colonne 11).
- [4] Déduite de la dose délivrée à la peau en cas d'immersion (colonne 11).
- [5] Pour Kr-88, on a indiqué les valeurs du nucléide de filiation en cas d'immersion (colonne 11).
- [6] La valeur h10 du nucléide de filiation dépasse 0,1 (mSv/h)/GBq à une distance de 1 m (suivant le cas prendre en considération le nucléide de filiation; colonne 13).
- [7] La part de H-3, HTO doit également être prise en compte.
- [8] Pour Kr-85, la valeur LA a été choisie de telle sorte que le débit de dose à une distance de 10 cm soit de 5 µSv/h.
- [9] Pour h10, on a tenu compte de la fission spontanée. La part de fissions spontanées est tirée de «Tables of Isotopes» (8^e édition, 1996, John Wiley & Sons) et de la base de données ENDF du Brookhaven National Laboratory. Pour le nombre moyen de neutrons par fission et le facteur de dose, on a pris les valeurs du Cf-252. La part de photons produits lors de la fission et l'émission de photons due aux produits de fission n'ont pas été prises en considération.

Mélange de nucléides

Dans le cas de mélanges de nucléides, la règle d'addition est applicable aux colonnes 9, 11 et 12:

Règle permettant de contrôler le respect de limites d'activité dans le cas d'un mélange de nucléides; à cet effet, les différents nucléides sont pondérés en fonction de leur risque radiologique. Dans le cas où les inégalités ci-dessous sont satisfaites, le mélange est en dessous de la limite de libération ou de la valeur directrice de contamination surfacique.

$$\frac{a_1}{LL_1} + \frac{a_2}{LL_2} + \dots + \frac{a_n}{LL_n} < 1$$

a₁, a₂, ...a_n: activités spécifiques des nucléides 1, 2, ..., n en Bq/kg.

LL₁, LL₂, ...LL_n: limites de libération des nucléides 1, 2, ..., n en Bq/kg selon l'annexe 3, colonne 9.

$$\frac{c_1}{CS_1} + \frac{c_2}{CS_2} + \dots + \frac{c_n}{CS_n} < 1$$

c_1, c_2, \dots, c_n : valeurs de contamination surfacique des nucléides 1, 2, ..., n en Bq/cm²

CS_1, CS_2, \dots, CS_n : valeurs directrices de contamination surfacique des nucléides 1, 2, ..., n en Bq/cm² selon l'annexe 3, colonne 9.

Concernant la note [2] Prise en compte des nucléides de filiation lors du calcul de la limite de libération

Nucléide	Nucléides de filiation								
Mg-28	-> Al-28	Mo-99	-> Tc-99m	I-135	-> Xe-135m	Hg-195m	-> Hg-195	Np-237	-> Pa-233
Si-32	-> P-32	Tc-95m	-> Tc-95	Cs-137	-> Ba-137m	Pb-202	-> Tl-202	Pu-239	-> U-235m
Ca-45	-> Sc-45m	Ru-103	-> Rh-103m	Ba-128	-> Cs-128	Pb-210	-> Bi-210	Pu-244	-> Np-240
Sc-44m	-> Sc-44	Ru-106	-> Rh-106	Ce-134	-> La-134	Pb-212	-> Tl-208	Pu-245	-> Am-245
Ti-44	-> Sc-44	Pd-100	-> Rh-100	Ce-137m	-> Ce-137	Bi-210m	-> Tl-206	Pu-246	-> Am-246m
Fe-52	-> Mn-52m	Pd-109	-> Ag-109m	Ce-144	-> Pr-144	At-211	-> Po-211	Am-242m	-> Np-238
Fe-60	-> Co-60	Ag-108m	-> Ag-108	Nd-138	-> Pr-138	Rn-222	-> Tl-210	Am-243	-> Np-239
Ni-66	-> Cu-66	Ag-110m	-> Ag-110	Nd-140	-> Pr-140	Fr-222	-> Po-214	Cm-247	-> Pu-243
Zn-62	-> Cu-62	Cd-109	-> Ag-109m	Gd-146	-> Eu-146	Ra-223	-> Tl-207	Cm-250	-> Am-246m
Zn-69m	-> Zn-69	Cd-113m	-> In-113m	Yb-178	-> Lu-178	Ra-224	-> Tl-208	Cf-253	-> Cm-249
Zn-72	-> Ga-72m	Cd-115	-> In-115m	Lu-177m	-> Lu-177	Ra-226	-> Po-214		
Ge-68	-> Ga-68	Cd-115m	-> In-115m	Hf-172	-> Sn-121m	Ra-228	-> Ac-228		
As-73	-> Ge-73m	In-111	-> Cd-111m	Hf-182	-> Ta-182	Ac-225	-> Pb-209		
Br-80m	-> Br-80	In-114m	-> In-114	W-188	-> Re-188	Ac-226	-> Th-226		
Br-83	-> Kr-83m	Sn-110	-> In-110m	Re-186m	-> Re-186	Ac-227	-> Bi-211		
Rb-83	-> Kr-83m	Sn-113	-> In-113m	Re-189	-> Os-189m	Th-228	-> Tl-208		
Sr-80	-> Rb-80	Sn-121m	-> Sn-121	Os-191	-> Ir-191m	Th-229	-> Pb-209		
Sr-89	-> Y-89m	Sn-126	-> Sb-126	Os-194	-> Ir-194	Th-232	-> Tl-208		
Sr-90	-> Y-90	Sb-125	-> Te-125m	Ir-189	-> Os-189m	Th-234	-> Pa-234		
Sr-91	-> Y-91m	Sb-127	-> Te-127	Ir-190	-> Os-190m	U-230	-> Po-214		
Y-87	-> Sr-87m	Te-127m	-> Te-127	Ir-194m	-> Ir-194	U-232	-> Tl-208		
Zr-86	-> Y-86m	Te-129m	-> Te-129	Pt-191	-> Ir-191m	U-235	-> Th-231		
Zr-95	-> Nb-95m	Te-131m	-> Te-131	Pt-200	-> Au-200	U-238	-> Pa-234		
Zr-97	-> Nb-97	Te-132	-> I-132	Hg-194	-> Au-194	U-240	-> Np-240		

Grandeurs dosimétriques et méthodes de détermination de la dose de rayonnements

1 Grandeurs dosimétriques

1.1 Dose absorbée D (absorbed dose)

Grandeur dosimétrique fondamentale exprimée par la relation

$$D = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dm}$$

où $d\bar{\varepsilon}$ est l'énergie moyenne transmise par le rayonnement ionisant à la matière de masse dm . L'unité SI de dose absorbée est le joule par kilogramme (J/kg) et porte le nom spécial gray (Gy).

1.2 Dose, moyenne de la dose absorbée D_T dans un organe ou tissu T (mean absorbed dose in a tissue or organ)

Dose absorbée D_T moyenne dans le tissu ou l'organe T, qui est exprimée par

$$D_T = \frac{\varepsilon_T}{m_T}$$

où ε_T est l'énergie totale moyenne transmise au tissu ou à l'organe T, et m_T la masse de ce tissu ou organe.

1.3 Dose équivalente H_T (equivalent dose)

Dose reçue par un tissu ou un organe T, exprimée par

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R}$$

où $D_{T,R}$ est la dose absorbée moyenne provenant d'un rayonnement R, reçue par un tissu ou un organe T, et w_R est le facteur de pondération du rayonnement. Étant donné que w_R n'a pas de dimension, l'unité de dose équivalente est la même que celle de la dose absorbée, J/kg. Elle porte le nom spécial sievert (Sv).

1.4 Facteurs de pondération du rayonnement

Type de rayonnement et domaine d'énergie		Facteur de pondération du rayonnement w_R
--	--	--

Photons de toute énergie		1
Electrons et muons de toute énergie		1
Neutrons d'énergie	– inférieure à 1MeV – située entre 1MeV et 50 MeV – supérieure à 50 MeV	$2,5+18,2 \cdot e^{-[\ln(E)]^2/6}$ $5,0+17,0 \cdot e^{-[\ln(2 \cdot E)]^2/6}$ $2,5+3,25 \cdot e^{-[\ln(0,04 \cdot E)]^2/6}$
Protons et pions chargés		2
Particules alpha, fragments de fission, noyaux lourds		20

1.5 Dose équivalente engagée $H_T(\tau)$ (committed equivalent dose)

Intégrale dans le temps du débit de dose équivalente dans un tissu ou un organe particulier reçu par un individu de référence après l'incorporation dans le corps d'un produit radioactif, où τ est la durée d'intégration en années.

1.6 Dose efficace E (effective dose)

Somme des doses équivalentes pondérées dans tous les tissus et organes spécifiés du corps donnée par l'expression

$$E = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R} \text{ ou } E = \sum_T w_T H_T$$

où H_T , ou $w_R D_{T,R}$, est la dose équivalente reçue par un tissu ou par un organe T, et w_T est le facteur de pondération des tissus. L'unité de dose efficace est la même que celle de la dose absorbée (J/kg) et porte le nom spécial sievert (Sv).

1.7 Facteurs de pondération des tissus

Organe ou tissu	Facteur de pondération des tissus, w_T
moelle osseuse (rouge)	0,12
côlon	0,12
poumon	0,12
estomac	0,12
seins	0,12
gonades	0,08
vessie	0,04
foie	0,04
œsophage	0,04
thyroïde	0,04
cerveau	0,01

peau	0,01
surface des os	0,01
glande salivaire	0,01
autres	0,12

1.8 Dose efficace engagée $E(\tau)$ (committed effective dose)

Somme des produits des doses équivalentes engagées dans les divers tissus ou organes et des facteurs de pondération pour les tissus appropriés (w_T), où τ est la durée d'intégration en années après l'absorption. La durée de l'intégration est de 50 ans pour les adultes et peut aller jusqu'à l'âge de 70 ans pour les enfants.

1.9 Dose, équivalent de dose H (dose equivalent)

1.9.1 Produit de D et de Q dans un point du tissu, où D est la dose absorbée dans le tissu mou CIUR et Q le facteur de qualité pour un rayonnement donné en ce point; ainsi on a:

$$H = D Q$$

1.9.2 L'unité de l'équivalent de dose est le joule par kilogramme (J/kg) et porte le nom spécial de sievert (Sv). Voir aussi les grandeurs de mesure associées: l'équivalent de dose individuel et l'équivalent de dose ambiante.

1.10 Dose, équivalent de dose directionnel $H'(d, \Omega)$ (directional dose equivalent)

1.10.1 Equivalent de dose en un point dans un champ de rayonnement qui serait produit par le champ expansé correspondant dans la sphère de l'ICRU à une profondeur d , sur un rayon dans une direction donnée, Ω . L'unité de l'équivalent de dose directionnel est le joule par kilogramme (J/kg) et porte le nom spécial sievert (Sv).

1.10.2 Dans le cas particulier d'un champ monodirectionnel, la direction peut être spécifiée à l'aide de l'angle α entre le rayon opposé à la direction du champ incident et le rayon en question. Quand $\alpha = 0^\circ$, la quantité $H'(d, 0^\circ)$ peut s'écrire $H'(d)$ et est égale à $H^*(d)$.

1.10.3 La valeur recommandée pour d est de 10 mm dans le cas d'un rayonnement pénétrant et de 0,07 mm dans le cas d'un rayonnement peu pénétrant. (voir les **grandeurs opérationnelles de la dosimétrie d'ambiance**).

1.11 Dose, équivalent de dose ambiant $H^*(10)$ (ambient dose equivalent)

Equivalent de dose en un point d'un champ de rayonnement qui serait produit par le champ expansé et unidirectionnel correspondant dans la sphère de l'ICRU à une profondeur de 10 mm sur le rayon opposé à la direction du champ unidirectionnel. L'unité de l'équivalent de dose ambiant est le joule par kilogramme (J/kg) et porte le nom sievert (Sv).

1.12 Dose, équivalent de dose individuel $H_p(d)$ (Personal dose equivalent, $H_p(d)$)

1.12.1 Quantité opérationnelle: équivalent de dose dans les tissus mous (correspondant généralement à la "sphère de l'ICRU") à une profondeur appropriée d , en dessous de la surface du corps humain où est porté le dosimètre individuel. L'unité de l'équivalent

de dose individuel est le joule par kilogramme (J/kg) et porte le nom spécial sievert (Sv).

1.12.2 L'équivalent de dose individuel en profondeur $H_p(d)$ ($d=10$ mm) sert d'estimation de la dose efficace. L'équivalent de dose individuel en surface $H_p(d)$ ($d=0.07$ mm) sert d'estimation de la dose à la peau.

1.13 Sphère ICRU (ICRU-sphere)

Sphère de 30 cm de diamètre, d'une densité de 1 g/cm³ et de composition massique suivante: 76,2 % d'oxygène; 11,1 % de carbone; 10,1 % d'hydrogène et 2,6 % d'azote (composition approximative du tissu mou).

1.14 Facteur de qualité (Quality factor, $Q(L)$)

1.14.1 Facteur caractérisant l'efficacité biologique d'un rayonnement, fondé sur la densité d'ionisation le long des traces de particules chargées dans un tissu. Q est défini comme une fonction du TEL non limité (L) des particules chargées dans l'eau:

$$Q(L) = \begin{cases} 1 & \text{pour } L < 10 \text{ keV}/\mu\text{m}, \\ 0.32 L - 2.2 & \text{pour } 10 \leq L \leq 100 \text{ keV}/\mu\text{m}, \\ 300/L^{1/2} & \text{pour } L > 100 \text{ keV}/\mu\text{m} \end{cases}$$

1.14.2 Q a été remplacé par le facteur de pondération du rayonnement dans la définition de la dose équivalente, mais il est toujours utilisé dans la définition de l'équivalent de dose (grandeurs dosimétriques de mesure).

2 Méthode de détermination de la dose de rayonnements

2.1 Principe

La dose efficace et les doses équivalentes aux organes sont déterminées en règle générale à l'aide de grandeurs opérationnelles.

2.2 Grandeurs opérationnelles

2.2.1 Pour la dosimétrie individuelle en cas d'irradiation externe, les grandeurs opérationnelles sont:

- a. l'équivalent de dose individuel en profondeur $H_p(10)$ [abréviation H_p];
- b. l'équivalent de dose individuel en surface $H_p(0,07)$ [abréviation H_s].

2.2.2 Pour la dosimétrie d'ambiance, les grandeurs opérationnelles sont:

- a. l'équivalent de dose ambiant $H^*(10)$;
- b. l'équivalent de dose directionnel $H'(0,07)$.

2.2.3 Pour l'irradiation interne, la grandeur opérationnelle est la dose efficace engagée E_{50} , calculée à l'aide de modèles standards et des coefficients de dose figurant dans les annexes 3 et 6.

2.3 Doses individuelles inférieures aux limites correspondantes

2.3.1 En cas d'irradiation externe, la dose équivalente à chaque tissu ou organe, à l'exception de la peau et du cristallin, est réputée égale à l'équivalent de dose individuel en profondeur $H_p(10)$ ou à l'équivalent de dose ambiant $H^*(10)$.

2.3.2 En cas d'irradiation externe, la dose équivalente délivrée à la peau et au cristallin est réputée égale à l'équivalent de dose individuel en surface $H_p(0,07)$ ou à l'équivalent de dose directionnel $H'(0,07)$.

2.3.3 La dose efficace est réputée égale à la somme:

- a. de l'équivalent de dose individuel en profondeur $H_p(10)$ ou de l'équivalent de dose ambiant $H^*(10)$, et
- b. de la dose efficace engagée E50.

2.4 Doses individuelles supérieures aux limites correspondantes

Dans le cas où les valeurs de doses déterminées selon le ch. 2.3 sont supérieures aux limites correspondantes, la dose efficace et les doses équivalentes aux organes doivent être déterminées individuellement pour la personne concernée, par un expert et en collaboration avec l'autorité de surveillance, d'après les connaissances actuelles de la science et de la technique. La valeur ainsi déterminée indique si une limite de dose est effectivement dépassée.

2.5. Dosimétrie d'ambiance

Lorsque la dose ambiante est limitée dans le cadre de la présente ordonnance, on entend par dose ambiante:

- a. la grandeur $H^*(10)$ (équivalent de dose ambiant) dans le cas d'un rayonnement pénétrant;
- b. la grandeur $H'(0,07)$ (équivalent de dose directionnel) dans le cas d'un rayonnement peu pénétrant.

Annexe 5
(Art. 152, al. 3 et 192, al. 3)

Coefficients de dose pour les membres de la population

1. Inhalation

Nucléide	Classe d'absorption Type	Enfant en bas âge (1 an)			Enfant (10 a)			Adulte		
		e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	organe
H-3, HTO [1]	V	4.8 E-11	4.8 E-11	GK	2.3 E-11	2.3 E-11	GK	1.8 E-11	1.8 E-11	GK
H-3, OBT [2]	V	1.1 E-10	1.1 E-10	GK	5.5 E-11	5.5 E-11	GK	4.1 E-11	4.1 E-11	GK
C-14 organique	V	1.6 E-09	1.6 E-09	GK	7.9 E-10	7.9 E-10	GK	5.8 E-10	5.8 E-10	GK
Na-22	F	7.3 E-09	6.4 E-08	ET	2.4 E-09	2.0 E-08	ET	1.3 E-09	9.2 E-09	ET
Na-24	F	1.8 E-09	4.3 E-08	ET	5.7 E-10	1.3 E-08	ET	2.7 E-10	6.0 E-09	ET
Sc-47	F	2.8 E-09	1.4 E-08	Lu	1.1 E-09	6.7 E-09	Lu	7.3 E-10	5.1 E-09	Lu
Cr-51	M	1.9 E-10	8.2 E-10	ET	6.4 E-11	2.6 E-10	ET	3.2 E-11	1.4 E-10	Lu
Mn-54	M	6.2 E-09	2.5 E-08	ET	2.4 E-09	9.1 E-09	Lu	1.5 E-09	6.3 E-09	Lu
Fe-59	M	1.3 E-08	6.7 E-08	Lu	5.5 E-09	3.1 E-08	Lu	3.7 E-09	2.3 E-08	Lu
Co-57	M	2.2 E-09	1.2 E-08	Lu	8.5 E-10	4.8 E-09	Lu	5.5 E-10	3.3 E-09	Lu
Co-58	M	6.5 E-09	3.0 E-08	ET	2.4 E-09	1.2 E-08	Lu	1.6 E-09	8.9 E-09	Lu
Co-60	M	3.4 E-08	1.6 E-07	Lu	1.5 E-08	7.3 E-08	Lu	1.0 E-08	5.2 E-08	Lu
Zn-65	M	6.5 E-09	1.9 E-08	ET	2.4 E-09	7.5 E-09	Lu	1.6 E-09	5.1 E-09	Lu
Se-75	F	6.0 E-09	2.4 E-08	Ni	2.5 E-09	9.2 E-09	Ni	1.0 E-09	5.4 E-09	Ni
Br-82	M	3.0 E-09	5.0 E-08	ET	1.1 E-09	1.5 E-08	ET	6.3 E-10	7.0 E-09	ET
Sr-89	M	2.4 E-08	1.5 E-07	Lu	9.1 E-09	6.3 E-08	Lu	6.1 E-09	4.5 E-08	Lu
Sr-90	M	1.1 E-07	7.0 E-07	Lu	5.1 E-08	2.9 E-07	Lu	3.6 E-08	2.1 E-07	Lu

Nucléide	Classe d'absorption Type	Enfant en bas âge (1 an)			Enfant (10 a)			Adulte		
		e _{inh} Sv/Bq	h _{inh, organe} Sv/Bq	organe	e _{inh} Sv/Bq	h _{inh, organe} Sv/Bq	organe	e _{inh} Sv/Bq	h _{inh, organe} Sv/Bq	organe
Y-91	M	3.0 E-08	1.7 E-07	Lu	1.1 E-08	6.9 E-08	Lu	7.1 E-09	5.0 E-08	Lu
Zr-95	M	1.6 E-08	9.1 E-08	Lu	6.8 E-09	4.2 E-08	Lu	4.8 E-09	3.1 E-08	Lu
Nb-95	M	5.2 E-09	2.8 E-08	Lu	2.2 E-09	1.3 E-08	Lu	1.5 E-09	9.5 E-09	Lu
Mo-99	M	4.4 E-09	1.8 E-08	DD	1.5 E-09	7.2 E-09	Lu	8.9 E-10	5.3 E-09	Lu
Tc-99m	M	9.9 E-11	1.4 E-09	ET	3.4 E-11	4.3 E-10	ET	1.9 E-11	2.1 E-10	ET
Ru-103	M	8.4 E-09	5.3 E-08	Lu	3.5 E-09	2.4 E-08	Lu	2.4 E-09	1.8 E-08	Lu
Ru-106	M	1.1 E-07	7.1 E-07	Lu	4.1 E-08	2.8 E-07	Lu	2.8 E-08	2.0 E-07	Lu
Ag-110m	M	2.8 E-08	1.1 E-07	Lu	1.2 E-08	5.1 E-08	Lu	7.6 E-09	3.6 E-08	Lu
Sn-125	M	1.5 E-08	6.5 E-08	Lu	5.0 E-09	2.7 E-08	Lu	3.1 E-09	2.0 E-08	Lu
Sb-122	M	5.7 E-09	2.7 E-08	DD	1.8 E-09	7.5 E-09	Lu	1.0 E-09	5.5 E-09	Lu
Sb-124	M	2.4 E-08	1.4 E-07	Lu	9.6 E-09	6.1 E-08	Lu	6.4 E-09	4.4 E-08	Lu
Sb-125	M	1.6 E-08	1.0 E-07	Lu	6.8 E-09	4.5 E-08	Lu	4.8 E-09	3.2 E-08	Lu
Sb-127	M	7.3 E-09	3.1 E-08	Lu	2.7 E-09	1.4 E-08	Lu	1.7 E-09	1.1 E-08	Lu
Te-125m	M	1.1 E-08	7.4 E-08	Lu	4.8 E-09	3.5 E-08	Lu	3.4 E-09	2.6 E-08	Lu
Te-127m	M	2.6 E-08	1.7 E-07	Lu	1.1 E-08	7.7 E-08	Lu	7.4 E-09	5.6 E-08	Lu
Te-129m	M	2.6 E-08	1.5 E-07	Lu	9.8 E-09	6.6 E-08	Lu	6.6 E-09	4.8 E-08	Lu
Te-131m	M	5.8 E-09	3.2 E-08	ET	1.9 E-09	9.8 E-09	ET	9.4 E-10	4.6 E-09	Lu
Te-132	M	1.3 E-08	5.6 E-08	ET	4.0 E-09	1.7 E-08	ET	2.0 E-09	1.0 E-08	Lu
I-125	F	2.3 E-08	4.5 E-07	SD	1.1 E-08	2.2 E-07	SD	5.1 E-09	1.0 E-07	SD
I-125 organisch	V	4.0 E-08	8.1 E-07	SD	2.2 E-08	4.4 E-07	SD	1.1 E-08	2.1 E-07	SD
I-125 elementar	V	5.2 E-08	1.0 E-06	SD	2.8 E-08	5.6 E-07	SD	1.4 E-08	2.7 E-07	SD
I-129	F	8.6 E-08	1.7 E-06	SD	6.7 E-08	1.3 E-06	SD	3.6 E-08	7.1 E-07	SD
I-129 organique	V	1.5 E-07	3.0 E-06	SD	1.3 E-07	2.7 E-06	SD	7.4 E-08	1.5 E-06	SD
I-129 élémentaire	V	2.0 E-07	3.9 E-06	SD	1.7 E-07	3.4 E-06	SD	9.6 E-08	1.9 E-06	SD

Nucléide	Classe d'absorption Type	Enfant en bas âge (1 an)			Enfant (10 a)			Adulte		
		e _{inh} Sv/Bq	h _{inh, organe} Sv/Bq	organe	e _{inh} Sv/Bq	h _{inh, organe} Sv/Bq	organe	e _{inh} Sv/Bq	h _{inh, organe} Sv/Bq	organe
I-131	F	7.2 E-08	1.4 E-06	SD	1.9 E-08	3.7 E-07	SD	7.4 E-09	1.5 E-07	SD
I-131 organique	V	1.3 E-07	2.5 E-06	SD	3.7 E-08	7.4 E-07	SD	1.5 E-08	3.1 E-07	SD
I-131 élémentaire	V	1.6 E-07	3.2 E-06	SD	4.8 E-08	9.5 E-07	SD	2.0 E-08	3.9 E-07	SD
I-133	F	1.8 E-08	3.5 E-07	SD	3.8 E-09	7.4 E-08	SD	1.5 E-09	2.8 E-08	SD
I-133 organique	V	3.2 E-08	6.3 E-07	SD	7.6 E-09	1.5 E-07	SD	3.1 E-09	6.0 E-08	SD
I-133 élémentaire	V	4.1 E-08	8.0 E-07	SD	9.7 E-09	1.9 E-07	SD	4.0 E-09	7.6 E-08	SD
I-135	F	3.7 E-09	7.0 E-08	SD	7.9 E-10	1.5 E-08	SD	3.2 E-10	5.7 E-09	SD
I-135 organique	V	6.7 E-09	1.3 E-07	SD	1.6 E-09	3.1 E-08	SD	6.8 E-10	1.3 E-08	SD
I-135 élémentaire	V	8.5 E-09	1.6 E-07	SD	2.1 E-09	3.8 E-08	SD	9.2 E-10	1.5 E-08	SD
Cs-134	F	7.3 E-09	4.9 E-08	ET	5.3 E-09	1.8 E-08	ET	6.6 E-09	1.2 E-08	ET
Cs-136	F	5.2 E-09	5.9 E-08	ET	2.0 E-09	1.9 E-08	ET	1.2 E-09	8.8 E-09	ET
Cs-137 / Ba-137m	F	5.4 E-09	2.5 E-08	ET	3.7 E-09	9.7 E-09	ET	4.6 E-09	7.4 E-09	ET
Ba-140	M	2.0 E-08	1.1 E-07	Lu	7.6 E-09	4.8 E-08	Lu	5.1 E-09	3.5 E-08	Lu
La-140	M	6.3 E-09	4.4 E-08	ET	2.0 E-09	1.3 E-08	ET	1.1 E-09	6.2 E-09	ET
Ce-141	M	1.1 E-08	6.9 E-08	Lu	4.6 E-09	3.2 E-08	Lu	3.2 E-09	2.4 E-08	Lu
Ce-144	M	1.6 E-07	6.5 E-07	Lu	5.5 E-08	2.6 E-07	Lu	3.6 E-08	1.9 E-07	Lu
Pr-143	M	8.4 E-09	4.6 E-08	Lu	3.2 E-09	2.1 E-08	Lu	2.2 E-09	1.5 E-08	Lu
Pb-210	M	3.7 E-06	2.2 E-05	Lu	1.5 E-06	1.1 E-05	KH	1.1 E-06	1.3 E-05	KH
Bi-210	M	3.0 E-07	2.4 E-06	Lu	1.3 E-07	1.1 E-06	Lu	9.3 E-08	7.7 E-07	Lu
Po-210	M	1.1 E-05	8.1 E-05	Lu	4.6 E-06	3.5 E-05	Lu	3.3 E-06	2.6 E-05	Lu
Ra-224	M	8.2 E-06	6.7 E-05	Lu	3.9 E-06	3.2 E-05	Lu	3.0 E-06	2.5 E-05	Lu
Ra-226	M	1.1 E-05	9.1 E-05	Lu	4.9 E-06	3.8 E-05	Lu	3.5 E-06	2.8 E-05	Lu
Th-227	S	3.0 E-05	2.5 E-04	Lu	1.4 E-05	1.2 E-04	Lu	1.0 E-05	8.7 E-05	Lu
Th-228	S	1.3 E-04	1.1 E-03	Lu	5.5 E-05	4.5 E-04	Lu	4.0 E-05	3.3 E-04	Lu

Nucléide	Classe d'absorption Type	Enfant en bas âge (1 an)			Enfant (10 a)			Adulte		
		e _{inh} Sv/Bq	b _{inh, organe} Sv/Bq	organe	e _{inh} Sv/Bq	b _{inh, organe} Sv/Bq	organe	e _{inh} Sv/Bq	b _{inh, organe} Sv/Bq	organe
Th-230	S	3.5 E-05	2.6 E-04	KH	1.6 E-05	2.4 E-04	KH	1.4 E-05	2.8 E-04	KH
Th-232	S	5.0 E-05	3.5 E-04	Lu	2.6 E-05	2.6 E-04	KH	2.5 E-05	2.9 E-04	KH
Pa-231	M	2.3 E-04	1.0 E-02	KH	1.5 E-04	7.5 E-03	KH	1.4 E-04	6.8 E-03	KH
U-234	M	1.1 E-05	9.0 E-05	Lu	4.8 E-06	3.8 E-05	Lu	3.5 E-06	2.7 E-05	Lu
U-235	M	1.0 E-05	8.1 E-05	Lu	4.3 E-06	3.4 E-05	Lu	3.1 E-06	2.4 E-05	Lu
U-238	M	9.4 E-06	7.5 E-05	Lu	4.0 E-06	3.1 E-05	Lu	2.9 E-06	2.2 E-05	Lu
Np-237	M	4.0 E-05	8.3 E-04	KH	2.2 E-05	6.7 E-04	KH	2.3 E-05	1.0 E-03	KH
Np-239	M	4.2 E-09	1.8 E-08	ET	1.4 E-09	8.4 E-09	Lu	9.3 E-10	6.3 E-09	Lu
Pu-238	M	7.4 E-05	1.2 E-03	KH	4.4 E-05	9.8 E-04	KH	4.6 E-05	1.4 E-03	KH
Pu-239	M	7.7 E-05	1.3 E-03	KH	4.8 E-05	1.1 E-03	KH	5.0 E-05	1.5 E-03	KH
Pu-240	M	7.7 E-05	1.3 E-03	KH	4.8 E-05	1.1 E-03	KH	5.0 E-05	1.5 E-03	KH
Pu-241	M	9.7 E-07	2.2 E-05	KH	8.3 E-07	2.4 E-05	KH	9.0 E-07	3.1 E-05	KH
Am-241	M	6.9 E-05	1.4 E-03	KH	4.0 E-05	1.2 E-03	KH	4.2 E-05	1.7 E-03	KH
Cm-242	M	1.8 E-05	1.2 E-04	KH	7.3 E-06	4.8 E-05	Lu	5.2 E-06	3.5 E-05	Lu
Cm-244	M	5.7 E-05	9.6 E-04	KH	2.7 E-05	6.4 E-04	KH	2.7 E-05	9.2 E-04	KH

Classe d'absorption La classe d'absorption décrit la vitesse à laquelle une substance inhalée passe des poumons dans le sang. Type F: rapide, type M: moyenne, type S: lente, type V: immédiate (seulement pour certains gaz et certaines vapeurs)

e_{inh}: Dose efficace engagée; temps d'intégration: 50 ans pour les adultes, 70 ans pour les enfants
Coefficients de dose tirés de: ICRP, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.). Annexe G1, H1 (AMAD = 1 μm)
Les coefficients de dose pour d'autres nucléides et d'autres catégories d'âge se trouvent dans la publication CIPR 119.

b_{inh, organe}: Dose équivalente engagée dans l'organe le plus touché (GK: corps entier, Go: gonades, KM: moelle osseuse (rouge), DD: côlon, Lu: poumon, Ma: estomac, Bl: vessie, Br: poitrine, Le: foie, SR: œsophage, SD: thyroïde, Ha: peau, KH: surface des os, autres (ET: voies respiratoires extra-thoraciques, Ut: Utérus; Ni: reins, Mi: rate)).
Coefficients de dose tirés de: ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public; Ver. 3.0 - Free Educational CD
Downloads (AMAD = 1 μm)

Nucléide	Classe d'absorption Type	Enfant en bas âge (1 an)			Enfant (10 a)			Adulte		
		e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{inh} Sv/Bq	$h_{inh, organe}$ Sv/Bq	organe
[1]	Sous forme d'eau évaporée									
[2]	Tritium lié organiquement									

2. Ingestion

Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe	e_{ing} Sv/Bq	$h_{ing, organe}$ Sv/Bq	organe
H-3, HTO	4.8E-11	4.8E-11	GK	2.3E-11	2.3E-11	GK	1.8E-11	1.8E-11	GK
H-3, OBT [2]	1.2E-10	1.6E-10	Ma	5.7E-11	6.7E-11	Ma	4.2E-11	4.7E-11	Ma
C-14	1.6E-09	1.9E-09	Ma	8.0E-10	8.9E-10	Ma	5.8E-10	6.3E-10	Ma
Na-22	1.5E-08	2.8E-08	KH	5.5E-09	1.1E-08	KH	3.2E-09	6.3E-09	KH
Na-24	2.3E-09	6.7E-09	Ma	7.7E-10	2.1E-09	Ma	4.3E-10	1.2E-09	Ma
Sc-47	3.9E-09	3.0E-08	DD	1.2E-09	9.0E-09	DD	5.4E-10	4.1E-09	DD
Cr-51	2.3E-10	1.4E-09	DD	7.8E-11	4.5E-10	DD	3.8E-11	2.1E-10	DD
Mn-54	3.1E-09	8.3E-09	DD	1.3E-09	3.3E-09	DD	7.1E-10	1.8E-09	DD
Fe-59	1.3E-08	3.5E-08	DD	4.7E-09	1.2E-08	DD	1.8E-09	5.8E-09	DD
Co-57	1.6E-09	5.6E-09	DD	5.8E-10	1.8E-09	DD	2.1E-10	9.4E-10	DD
Co-58	4.4E-09	1.4E-08	DD	1.7E-09	4.9E-09	DD	7.4E-10	2.8E-09	DD
Co-60	2.7E-08	5.1E-08	DD	1.1E-08	2.0E-08	Le	3.4E-09	8.7E-09	DD
Zn-65	1.6E-08	2.2E-08	KH	6.4E-09	8.9E-09	KH	3.9E-09	5.4E-09	KH
Se-75	1.3E-08	5.1E-08	Ni	6.0E-09	2.2E-08	Ni	2.6E-09	1.4E-08	Ni
Br-82	2.6E-09	4.0E-09	DD	9.5E-10	1.5E-09	DD	5.4E-10	8.3E-10	Ma
Sr-89	1.8E-08	9.2E-08	DD	5.8E-09	2.7E-08	DD	2.6E-09	1.4E-08	DD

Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	e _{ing} Sv/Bq	h _{ing, organe} Sv/Bq	organe	e _{ing} Sv/Bq	h _{ing, organe} Sv/Bq	organe	e _{ing} Sv/Bq	h _{ing, organe} Sv/Bq	organe
Sr-90	7.3E-08	7.3E-07	KH	6.0E-08	1.0E-06	KH	2.8E-08	4.1E-07	KH
Y-91	1.8E-08	1.4E-07	DD	5.2E-09	4.2E-08	DD	2.4E-09	1.9E-08	DD
Zr-95	5.6E-09	3.4E-08	DD	1.9E-09	1.1E-08	DD	9.5E-10	5.1E-09	DD
Nb-95	3.2E-09	1.6E-08	DD	1.1E-09	5.6E-09	DD	5.8E-10	2.8E-09	DD
Mo-99	3.5E-09	1.6E-08	Le	1.1E-09	5.5E-09	Le/Ni	6.0E-10	3.1E-09	Ni
Tc-99m	1.3E-10	4.7E-10	SD	4.3E-11	1.4E-10	DD	2.2E-11	6.7E-11	DD
Ru-103	4.6E-09	2.9E-08	DD	1.5E-09	9.2E-09	DD	7.3E-10	4.3E-09	DD
Ru-106	4.9E-08	3.3E-07	DD	1.5E-08	1.0E-07	DD	7.0E-09	4.5E-08	DD
Ag-110m	1.4E-08	4.6E-08	DD	5.2E-09	1.7E-08	DD	2.8E-09	8.5E-09	DD
Sn-125	2.2E-08	1.8E-07	DD	6.7E-09	5.2E-08	DD	3.1E-09	2.4E-08	DD
Sb-122	1.2E-08	9.1E-08	DD	3.7E-09	2.7E-08	DD	1.7E-09	1.2E-08	DD
Sb-124	1.6E-08	9.6E-08	DD	5.2E-09	3.0E-08	DD	2.5E-09	1.4E-08	DD
Sb-125	6.1E-09	3.3E-08	KH	2.1E-09	1.3E-08	KH	1.1E-09	9.0E-09	KH
Sb-127	1.2E-08	8.4E-08	DD	3.6E-09	2.5E-08	DD	1.7E-09	1.2E-08	DD
Te-125m	6.3E-09	9.0E-08	KH	1.9E-09	3.4E-08	KH	8.7E-10	2.0E-08	KH
Te-127m	1.8E-08	1.4E-07	KH	5.2E-09	5.5E-08	KH	2.3E-09	3.2E-08	KH
Te-129m	2.4E-08	1.1E-07	DD	6.6E-09	3.2E-08	DD	3.0E-09	1.4E-08	DD
Te-131m	1.4E-08	1.5E-07	SD	4.3E-09	4.5E-08	SD	1.9E-09	1.8E-08	SD
Te-132	3.0E-08	3.2E-07	SD	8.3E-09	7.5E-08	SD	3.8E-09	3.1E-08	SD
I-125	5.7E-08	1.1E-06	SD	3.1E-08	6.2E-07	SD	1.5E-08	3.0E-07	SD
I-129	2.2E-07	4.3E-06	SD	1.9E-07	3.8E-06	SD	1.1E-07	2.1E-06	SD
I-131	1.8E-07	3.6E-06	SD	5.2E-08	1.0E-06	SD	2.2E-08	4.3E-07	SD
I-133	4.4E-08	8.6E-07	SD	1.0E-08	2.0E-07	SD	4.3E-09	8.2E-08	SD
I-135	8.9E-09	1.7E-07	SD	2.2E-09	3.9E-08	SD	9.3E-10	1.6E-08	SD

Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	eing Sv/Bq	hing, organe Sv/Bq	organe	eing Sv/Bq	hing, organe Sv/Bq	organe	eing Sv/Bq	hing, organe Sv/Bq	organe
Cs-134	1.6E-08	2.4E-08	DD	1.4E-08	1.7E-08	DD	1.9E-08	2.1E-08	DD
Cs-136	9.5E-09	1.3E-08	DD	4.4E-09	5.3E-09	DD	3.0E-09	3.4E-09	DD
Cs-137 / Ba-137m	1.2E-08	2.3E-08	DD	1.0E-08	1.3E-08	DD	1.3E-08	1.5E-08	DD
Ba-140	1.8E-08	1.2E-07	DD	5.8E-09	3.5E-08	DD	2.6E-09	1.7E-08	DD
La-140	1.3E-08	8.7E-08	DD	4.2E-09	2.7E-08	DD	2.0E-09	1.3E-08	DD
Ce-141	5.1E-09	4.0E-08	DD	1.5E-09	1.2E-08	DD	7.1E-10	5.5E-09	DD
Ce-144	3.9E-08	3.1E-07	DD	1.1E-08	9.2E-08	DD	5.2E-09	4.2E-08	DD
Pr-143	8.7E-09	7.0E-08	DD	2.6E-09	2.1E-08	DD	1.2E-09	9.3E-09	DD
Pb-210	3.6E-06	3.8E-05	KH	1.9E-06	4.4E-05	KH	6.9E-07	2.3E-05	KH
Bi-210	9.7E-09	7.6E-08	DD	2.9E-09	2.3E-08	DD	1.3E-09	1.0E-08	DD
Po-210	8.8E-06	7.6E-05	Mi	2.6E-06	2.5E-05	Mi	1.2E-06	1.3E-05	Ni
Ra-224	6.6E-07	2.3E-05	KH	2.6E-07	1.1E-05	KH	6.5E-08	1.7E-06	KH
Ra-226	9.6E-07	2.9E-05	KH	8.0E-07	3.9E-05	KH	2.8E-07	1.2E-05	KH
Th-227	7.0E-08	8.0E-07	KH	2.3E-08	3.9E-07	KH	8.8E-09	8.8E-08	KH
Th-228	3.7E-07	8.4E-06	KH	1.4E-07	4.3E-06	KH	7.2E-08	2.5E-06	KH
Th-230	4.1E-07	1.3E-05	KH	2.4E-07	1.1E-05	KH	2.1E-07	1.2E-05	KH
Th-232	4.5E-07	1.3E-05	KH	2.9E-07	1.2E-05	KH	2.3E-07	1.2E-05	KH
Pa-231	1.3E-06	6.0E-05	KH	9.2E-07	4.6E-05	KH	7.1E-07	3.6E-05	KH
U-234	1.3E-07	1.8E-06	KH	7.4E-08	1.5E-06	KH	4.9E-08	7.8E-07	KH
U-235	1.3E-07	1.7E-06	KH	7.1E-08	1.4E-06	KH	4.7E-08	7.4E-07	KH
U-238	1.2E-07	1.6E-06	KH	6.8E-08	1.4E-06	KH	4.5E-08	7.1E-07	KH
Np-237	2.1E-07	5.0E-06	KH	1.1E-07	4.1E-06	KH	1.1E-07	5.4E-06	KH
Np-239	5.7E-09	4.4E-08	DD	1.7E-09	1.3E-08	DD	8.0E-10	6.0E-09	DD
Pu-238	4.0E-07	6.9E-06	KH	2.4E-07	5.9E-06	KH	2.3E-07	7.4E-06	KH

Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	e _{ing} Sv/Bq	h _{ing, organe} Sv/Bq	organe	e _{ing} Sv/Bq	h _{ing, organe} Sv/Bq	organe	e _{ing} Sv/Bq	h _{ing, organe} Sv/Bq	organe
Pu-239	4.2E-07	7.6E-06	KH	2.7E-07	6.8E-06	KH	2.5E-07	8.2E-06	KH
Pu-240	4.2E-07	7.6E-06	KH	2.7E-07	6.8E-06	KH	2.5E-07	8.2E-06	KH
Pu-241	5.7E-09	1.2E-07	KH	5.1E-09	1.4E-07	KH	4.8E-09	1.6E-07	KH
Am-241	3.7E-07	8.3E-06	KH	2.2E-07	7.3E-06	KH	2.0E-07	9.0E-06	KH
Cm-242	7.6E-08	9.7E-07	KH	2.4E-08	3.5E-07	KH	1.2E-08	1.9E-07	KH
Cm-244	2.9E-07	5.8E-06	KH	1.4E-07	3.9E-06	KH	1.2E-07	4.9E-06	KH
Nucléide	Enfant en bas âge (1a)			Enfant (10a)			Adulte		
	e _{ing} Sv/Bq	h _{ing, organe} Sv/Bq	organe	e _{ing} Sv/Bq	h _{ing, organe} Sv/Bq	organe	e _{ing} Sv/Bq	h _{ing, organe} Sv/Bq	organe

e_{ing}: Dose efficace engagée; temps d'intégration: 50 ans pour les adultes, 70 ans pour les enfants.
Coefficients de dose tirés de: ICRP, 2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.). Annexe F1 (AMAD = 1 □m)
Les coefficients de dose pour d'autres nucléides et d'autres catégories d'âge se trouvent dans la publication CIPR 119.

h_{ing, Organe}: Dose équivalente engagée dans l'organe le plus touché (GK: corps entier, Go: gonades, KM: moelle osseuse (rouge), DD: côlon, Lu: poumon, Ma: estomac, Bl: vessie, Br: poitrine, Le: foie, SR: œsophage, SD: thyroïde, Ha: peau, KH: surface des os, autres (ET: voies respiratoires extrathoraciques, Ut: Utérus; Ni: reins, Mi: rate).
Coefficients de dose tirés de: ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public; Ver. 3.0 - Free Educational CD Downloads (AMAD = 1 □m)

[2] Tritium lié organiquement

Annexe 6
(Art. 136, al. 4, 152, al. 3 et 192, al. 3)

Coefficients de dose pour le rayonnement des nuages et du sol

Nucléide	Irradiation externe due au rayonnement des nuages	Irradiation externe due au rayonnement du sol
	e_{imm}^{ext} (mSv/h)/(Bq/m ³)	e_{sol}^{ext} (mSv/h)/(Bq/m ²)
H-3	0.0E+00	0.0E+00
C-11	1.6E-07	3.6E-09
C-14	9.4E-12	4.6E-14
O-15	1.7E-07	3.9E-09
F-18	1.6E-07	3.4E-09
Na-22	3.7E-07	7.4E-09
Na-24	7.5E-07	1.3E-08
Sc-47	1.7E-08	3.6E-10
Cr-51	5.0E-09	1.1E-10
Mn-54	1.4E-07	2.8E-09
Fe-59	2.0E-07	4.0E-09
Co-57	1.8E-08	3.9E-10
Co-58	1.6E-07	3.3E-09
Co-60	4.3E-07	8.3E-09
Zn-65	9.8E-08	1.9E-09
Se-75	6.0E-08	1.3E-09
Br-82	4.4E-07	8.9E-09
Kr-79	4.0E-08	8.5E-10
Kr-81	8.8E-10	5.7E-12
Kr-83m	8.8E-12	1.2E-12
Kr-85	9.2E-10	3.8E-11
Kr-85m	2.5E-08	5.6E-10
Kr-87	1.4E-07	3.0E-09
Kr-88	3.5E-07	6.2E-09
Kr-88/Rb-88	4.7E-07	8.9E-09
Kr-89	3.4E-07	6.6E-09
Kr-90		
Sr-89	1.6E-09	2.5E-10
Sr-90	3.5E-10	5.9E-12
Sr-90/Y-90	3.2E-09	4.0E-10
Y-91	2.2E-09	2.7E-10
Zr-95	1.2E-07	2.5E-09
Nb-95	1.3E-07	2.6E-09
Mo-99	2.5E-08	6.4E-10

Mo-99/Tc-99m	4.2E-08	1.0E-09
Tc-99m	1.9E-08	4.1E-10
Ru-103	8.0E-08	1.7E-09
Ru-106	0.0E+00	0.0E+00
Ru-106/Rh-106	3.9E-08	1.2E-09
Ag-110m	4.6E-07	9.3E-09
Sn-125	5.9E-08	1.4E-09
Sb-122	7.3E-08	1.8E-09
Sb-124	3.2E-07	5.62E-09
Sb-125	6.8E-08	1.5E-09
Sb-127	1.1E-07	2.4E-09
Te-125m	1.2E-09	9.6E-11
Te-127m	4.0E-10	3.1E-11
Te-129m	5.7E-09	2.1E-10
Te-131m	2.4E-07	4.9E-09
Te-132	3.4E-08	7.7E-10
Te-132/I-132	4.1E-07	8.6E-09
I-125	1.4E-09	1.1E-10
I-129	1.0E-09	7.2E-11
I-130	3.5E-07	7.4E-09
I-131	6.1E-08	1.3E-09
I-132	3.7E-07	7.8E-09
I-133	1.0E-07	2.2E-09
I-134	4.4E-07	9.0E-09
I-135	2.7E-07	5.3E-09
Xe-122	7.9E-09	2.2E-10
Xe-123	1.0E-07	2.2E-09
Xe-125	3.9E-08	8.9E-10
Xe-127	4.0E-08	9.2E-10
Xe-129m	3.4E-09	1.5E-10
Xe-131m	1.3E-09	5.9E-11
Xe-133	5.0E-09	1.5E-10
Xe-133m	4.6E-09	1.3E-10
Xe-135	4.0E-08	9.0E-10
Xe-135m	6.7E-08	1.5E-09
Xe-137	3.7E-08	1.3E-09
Xe-138	2.0E-07	3.9E-09
Cs-134	2.5E-07	5.3E-09
Cs-136	3.5E-07	7.2E-09

Cs-137	3.4E-10	1.1E-11
Cs-137/Ba-137m	9.2E-08	2.0E-09
Ba-140	2.9E-08	6.9E-10
Ba-140/La-140	4.3E-07	8.4E-09
La-140	4.0E-07	7.7E-09
Ce-141	1.1E-08	2.5E-10
Ce-144	2.6E-09	6.2E-11
Ce-144/Pr-144	1.2E-08	6.4E-10
Pr-143	7.0E-10	7.5E-11
Pb-210	1.7E-10	7.8E-12
Bi-210	9.3E-10	1.3E-10
Po-210	1.6E-12	3.3E-14
Ra-224	1.6E-09	3.5E-11
Ra-226	1.1E-09	2.4E-11
Th-227	1.9E-08	4.1E-10
Th-228	3.0E-10	7.8E-12
Th-230	5.5E-11	2.3E-12
Th-232	2.8E-11	1.6E-12
Pa-231	5.2E-09	1.2E-10
U-234	2.2E-11	2.1E-12
U-235	2.5E-08	5.4E-10
U-238	1.2E-11	1.4E-12
Np-237	3.1E-09	8.8E-11
Np-239	2.6E-08	5.8E-10
Pu-238	1.2E-11	2.2E-12
Pu-239	1.4E-11	1.1E-12
Pu-240	1.2E-11	2.0E-12
Pu-241	2.2E-13	5.1E-15
Am-241	2.4E-09	7.8E-11
Cm-242	1.4E-11	2.4E-12
Cm-244	1.4E-11	2.1E-12

*

Introduite par le ch. III, al. 2, de l'o du 24 oct. 2007, en vigueur depuis 1er janvier 2008 (RO 2007 5651).

e_{imm} Coefficients de dose pour l'irradiation externe due à un nuage de grande étendue de forme hémisphérique

e_{sol} Coefficients de dose pour l'irradiation externe due à un dépôt étendu sur une grande surface de sol

valeurs nulles 0.0E+00 est indiqué pour des valeurs inférieures à 4.0E-19.

Annexe 7
(Art. 36, al. 1 et 2)

Limites d'immission

1 Limites d'immission dans l'air(LI_{air}):

1.1 Les limites d'immission dans l'air sont déterminées de sorte que le séjour en continu (8766 heures par an = NH) à un endroit où la concentration radioactive de l'air correspond à la limite d'immission du nucléide en question conduirait, par inhalation et immersion, à une dose annuelle de 0,3 mSv pour la personne critique (enfant en bas âge, enfant de 10 ans ou adulte).

1.2

Nucléide	Limite d'immission dans l'air [Bq/m ³]			
	Adulte	Enfant	Enf. en bas âge	Minimum
HTO	2,2E+03	2,3E+03	3,1E+03	2,2E+03
C-14 (org.)	6,8E+01	6,7E+01	9,3E+01	6,7E+01
Na-22	2,7E+01	2,0E+01	1,9E+01	1,9E+01
Na-24	6,4E+01	5,1E+01	4,8E+01	4,8E+01
Mn-54	2,5E+01	2,1E+01	2,3E+01	2,1E+01
Co-60	3,9E+00	3,5E+00	4,3E+00	3,5E+00
Zn-65	2,4E+01	2,1E+01	2,2E+01	2,1E+01
Br-82	4,7E+01	3,8E+01	3,9E+01	3,8E+01
Sr-90/Y-90	1,1E+00	1,0E+00	1,3E+00	1,0E+00
Tc-99m	1,4E+03	1,2E+03	1,1E+03	1,1E+03

I-131 (el.)	2,0E+00	1,1E+00	9,3E-01	9,3E-01
Cs-137/Ba-137m	8,5E+00	1,4E+01	2,7E+01	8,5E+00
Pu-239	7,9E-04	1,2E-03	1,9E-03	7,9E-04

1.3 Pour d'autres radionucléides, les limites d'immission dans l'air peuvent se calculer à l'aide de la formule ci-dessous:

$$LI_{air} [Bq/m^3] = \min\left(\frac{0.3mSv/a}{DR_{eb} \cdot e_{inh,eb} + F_{abs} \cdot e_{imm} \cdot NH}; \frac{0.3mSv/a}{DR_{e10} \cdot e_{inh,e10} + F_{abs} \cdot e_{imm} \cdot NH}; \frac{0.3mSv/a}{DR_{ad} \cdot e_{inh,ad} + F_{abs} \cdot e_{imm} \cdot NH}\right)$$

où $e_{inh,eb}$, $e_{inh,e10}$ et $e_{inh,ad}$ [mSv/Bq] sont les coefficients de dose pour l'inhalation pour les enfants en bas âge, les enfants de 10 ans et les adultes et e_{imm} [(mSv/h)/(Bq/m³)] le coefficient d'immersion (indépendant de l'âge). Les coefficients d'inhalation et d'immersion proviennent des annexes 5 et 6. Pour l'immersion un facteur d'atténuation (F_{abs}) de 0,4 a été fixé pour tenir compte du séjour partiel à l'intérieur.

Pour les débits respiratoires DR_{eb} , DR_{e10} , DR_{ad} [m³/a] pour les enfants en bas âge, pour les enfants de 10 ans et pour les adultes les valeurs suivantes (IFSN G-14) ont été utilisées:

- a. $DR_{eb} = 2022$ [m³/a]
- b. $DR_{e10} = 5688$ [m³/a]
- c. $DR_{ad} = 7584$ [m³/a]

2 Limites d'immission dans les eaux (LI_{eaux}):

2.1 Les limites d'immission dans les eaux accessibles au public sont déterminées de sorte que la personne critique, qui couvre son besoin total en eau potable avec une eau dont la contamination correspond à la limite d'immission, recevrait une dose annuelle par ingestion de 0,3 mSv.

2.2

Nucléide	Limite d'immission dans les eaux [Bq/l]			
	Adulte	Enfant	Enf. en bas âge	Minimum
HTO	2,6E+04	2,0E+04	2,5E+04	2,0E+04
C-14	8,0E+02	5,8E+02	7,5E+02	5,8E+02
Na-22	1,4E+02	8,4E+01	8,0E+01	8,0E+01
Na-24	1,1E+03	6,0E+02	5,2E+02	5,2E+02
Mn-54	6,5E+02	3,6E+02	3,9E+02	3,6E+02
Co-60	1,4E+02	4,2E+01	4,4E+01	4,2E+01
Zn-65	1,2E+02	7,2E+01	7,5E+01	7,2E+01
Sr-90/Y-90	1,6E+01	7,7E+00	1,6E+01	7,7E+00
Tc-99m	2,1E+04	1,1E+04	9,2E+03	9,2E+03
I-131 (el.)	2,1E+01	8,9E+00	6,7E+00	6,7E+00
Cs-137/Ba-137m	3,6E+01	4,6E+01	1,0E+02	3,6E+01
Pu-239	1,8E+00	1,7E+00	2,9E+00	1,7E+00
Am-241	2,3E+00	2,1E+00	3,2E+00	2,1E+00

2.3 Pour d'autres radionucléides, les limites d'immission dans les eaux peuvent se calculer à l'aide de la formule ci-dessous:

$$IG_{Gw}[Bq/l] = \min\left(\frac{0.3mSv/a}{e_{ing,eb} \cdot CoE_{eb}}; \frac{0.3mSv/a}{e_{ing,e10} \cdot CoE_{e10}}; \frac{0.3mSv/a}{e_{ing,ad} \cdot CoE_{ad}}\right)$$

où $e_{ing,eb}$, $e_{ing,e10}$ et $e_{ing,ad}$ [mSv/Bq] sont les coefficients de dose par ingestion pour l'enfant en bas âge, pour l'enfant de 10 ans et pour l'adulte et CoE_{eb} , CoE_{e10} , CoE_{ad} les consommations d'eau de boisson en litres par an [l/a] pour les enfants en bas âge, les enfants de 10 ans et les adultes.

Pour la consommation d'eau de boisson on a pris 650 l pour les adultes et les enfants de 10 ans et 250 l pour les enfants en bas âge. Les coefficients de dose proviennent de l'annexe 5.

3 Pour les mélanges de radionucléides, la règle d'addition s'applique pour le calcul des limites d'immission dans l'air et dans les eaux:

Règle pour contrôler le respect des limites d'immission dans l'air et dans les eaux en cas de mélange de radionucléides. Les différents nucléides sont pondérés en fonction de leur toxicité. Lorsque les inégalités suivantes sont satisfaites, les mélanges en question sont inférieurs aux limites d'immission.

$$\frac{a_1}{LI_{air1}} + \frac{a_2}{LI_{air2}} + \dots + \frac{a_n}{LI_{airn}} < 1$$

a_1, a_2, \dots, a_n : concentrations radioactives dans l'air pour les nucléides 1, 2, ..., n en Bq/m³.

$LI_{air1}, LI_{air2}, \dots, LI_{airn}$: limites d'immission dans l'air pour les nucléides 1, 2, ..., n en Bq/m³.

$$\frac{a_1}{LI_{eau1}} + \frac{a_2}{LI_{eau2}} + \dots + \frac{a_n}{LI_{eau n}} < 1$$

a_1, a_2, \dots, a_n : concentrations radioactives des nucléides 1, 2, ..., n dans les eaux en Bq/l.

$L_{\text{eau}1}, L_{\text{eau}2}, \dots, L_{\text{eau}n}$: limites d'immission dans l'eau pour les radionucléides 1, 2, ..., n en Bq/l.

Signalisation des secteurs contrôlés et surveillés

Selon les sources radioactives utilisées, les secteurs contrôlés et surveillés doivent porter les indications suivantes:

1 Sources radioactives non scellées:

- a. le nucléide le plus radiotoxique et son activité maximale;
- b. la classification du secteur de travail (type A, B ou C) ou du type de zone;
- c. le degré maximal de contamination non fixée sur les surfaces, en Bq/cm² ou sous forme du nombre de valeurs directrices pour le nucléide en cause;
- d. le degré maximal de contamination de l'air ambiant en Bq/m³;
- e. le débit de dose ambiante en mSv par heure dans le secteur accessible, si cela s'avère judicieux;
- f. les indications sur les vêtements de protection nécessaires ainsi que les mesures de protection à prendre;
- g. le signe de danger.

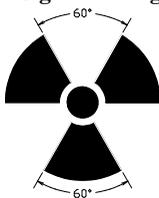
2 Sources radioactives scellées:

- a. le nucléide le plus radiotoxique et son activité maximale ou l'activité et le nucléide avec le rayonnement gamma de la plus haute énergie;
- b. le débit de dose ambiante en mSv par heure dans le secteur accessible, si cela s'avère judicieux;
- c. le signe de danger.

3 Installations (p. ex., installations à rayons X, accélérateurs):

- a. la désignation de l'installation;
- b. la nature du rayonnement (p. ex., électrons, rayons X, neutrons, pour autant que cela n'apparaisse pas dans la désignation de l'installation);
- c. le débit de dose ambiante en mSv par heure dans le secteur accessible, si cela s'avère judicieux;
- d. le signe de danger.

4 Signe de danger



Rapport des rayons: 1:1, 5:5

Valeurs pour la définition des sources scellées de haute activité

Pour les radionucléides qui ne figurent pas dans le tableau ci-dessous, on utilisera la valeur D de la publication AIEA «Dangerous quantities of radioactive material (D values)» (Quantités dangereuses de matière radioactive (valeurs D)) (EPR-D-VA-LUES 2006)⁴⁵.

Radionucléide	Activité (TBq)
Am-241	6×10^{-2}
Am-241/Be	6×10^{-2}
Cf-252	2×10^{-2}
Cm-244	5×10^{-2}
Co-60	3×10^{-2}
Cs-137	1×10^{-1}
Gd-153	1×10^0
Ir-192	8×10^{-2}
Pm-147	4×10^1
Pu-238	6×10^{-2}
Pu-239/Be ⁴⁶	6×10^{-2}
Ra-226	4×10^{-2}
Se-75	2×10^{-1}
Sr-90 (Y-90)	1×10^0
Tm-170	2×10^1
Yb-169	3×10^{-1}

⁴⁵ Les publications de l'AIEA citées dans la présente ordonnance peuvent être consultées gratuitement sur le site Internet de l'AIEA à l'adresse: www.iaea.org > Publications.

⁴⁶ L'activité indiquée correspond à celle du radionucléide émetteur alpha.

Modification d'autres actes

Les ordonnances indiquées ci-dessous sont modifiées comme suit:

1. Ordonnance du 19 novembre 2013 sur la formation⁴⁷

Art. 12, al. 6

⁶ Les prescriptions sur les formations reconnues en radioprotection, conformément à l'ordonnance ... sur la radioprotection⁴⁸ doivent être approuvées par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP).

2. Ordonnance du 11 février 2004 sur la circulation militaire⁴⁹

Annexe 1 ch. 1701

1700 **Transport de matières radioactives**

1701 Le matériel militaire comportant des matières radioactives qui peuvent être transportées en tant que colis exceptés conformément à la SDR/ADR et les objets homologués par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) en vertu de l'art. 29 de l'ordonnance du ... sur la radioprotection⁵⁰ ne sont pas soumis aux prescriptions de transport de la classe 7 de la SDR/ADR.

3. Ordonnance du 20 octobre 2010 sur les interventions ABCN⁵¹

Art. 5, al. 1, let. c

Abrogé

Art. 11, al. 2, let. b

² Dans ce contexte, les tâches de l'OFPP sont les suivantes:

⁴⁷ **RS 412.101**

⁴⁸ **RS 814.501**

⁴⁹ **RS 510.710**

⁵⁰ **RS 814.501**

⁵¹ **RS 520.17**

- b. il se procure les données et les informations lui permettant de faire le point de la situation radiologique et en assure l'évaluation en vue d'ordonner des mesures immédiates;

Annexe 1, ch. 8

Abrogé

4. Ordonnance du 10 décembre 2004 sur l'énergie nucléaire⁵²

Art. 8, al. 4

⁴ En concevant une installation nucléaire conformément à l'art. 7, let. c, on devra classer les défaillances visées aux al. 2 et 3 selon leur fréquence indiquée à l'art. 136 de l'ordonnance du ... sur la radioprotection (ORaP)⁵³. Les hypothèses devront en outre prévoir une erreur isolée qui viendra s'ajouter à l'événement déclencheur. On devra démontrer que les limites des doses visées à l'art. 136, al. 2, let. a à d, ORaP peuvent être respectées.

Art. 22, al. 1

¹ Une autorisation générale n'est pas nécessaire pour une installation nucléaire si la fréquence des défaillances qui sont visées à l'art. 8, al. 2 et 3, dont il résulte une dose de plus de 1 mSv pour les membres du public, ne dépasse pas 10⁻⁶ par année; de plus, dans un entrepôt ou dans un dépôt en couches géologiques profondes, la somme des activités des nucléides à stocker ne doit pas dépasser 1013 LL au sens de l'annexe 3, colonne 9, ORaP⁵⁴.

Modifications des annexes

¹ L'annexe 3 est modifiée conformément à l'appendice 1

² L'annexe 6 fait l'objet d'une révision conformément à l'appendice 2

5. Ordonnance du 20 septembre 2013 relative à la recherche sur l'être humain⁵⁵

Remplacement d'une expression

Ne concerne que le texte allemand.

⁵² RS 732.11

⁵³ RS 814.501

⁵⁴ RS 814.501

⁵⁵ RS 810.301

Art. 23 Contrôle, annonce et rapport sur les examens à l'aide de sources de rayonnements

¹ Lors d'examens avec des sources de rayonnements, la direction du projet contrôle le respect de la contrainte de dose visée à l'art. 57 de l'ordonnance du ... sur la radioprotection.

² Elle annonce un dépassement de la contrainte de dose dans un délai de sept jours ouvrables suivant la constatation de l'événement à la commission d'éthique.

³ La commission d'éthique peut solliciter l'expertise technique de l'OFSP pour l'appréciation du calcul ou de l'estimation des doses ainsi que la détermination des mesures à prendre.

⁴ La direction du projet transmet à l'OFSP dans l'année suivant la fin ou l'arrêt d'un projet de recherche qui comportait des examens avec des sources radioactives scellées ou non scellées un rapport final avec toutes les indications pertinentes sur la radioprotection, en particulier une estimation a posteriori de la dose.

⁵ Aucun rapport au sens de l'al. 4 n'est exigé pour les examens de routine de médecine nucléaire avec des produits radiopharmaceutiques autorisés.

⁶ Dans le cadre de son avis au sens de l'art. 19 ou sur demande, l'OFSP peut prévoir d'autres exceptions à l'obligation d'établir un rapport.

6. Ordonnance du 20 septembre 2013 sur les essais cliniques⁵⁶

Remplacement d'une expression

Ne concerne que le texte allemand.

Art. 44 Contrôle, annonce et rapport sur les examens à l'aide de sources de rayonnements

¹ Lors des essais cliniques de produits thérapeutiques qui peuvent émettre des rayonnements ionisants ainsi que lors d'examens avec des sources de rayonnements, l'investigateur contrôle le respect de la contrainte de dose visée à l'art. 57 de l'ordonnance du ... sur la radioprotection.

² Il annonce un dépassement de la contrainte de dose dans un délai de sept jours ouvrables suivant la constatation de l'événement à la commission d'éthique.

³ Pour les essais cliniques de catégories B et C de produits thérapeutiques émettant des rayonnements ionisants, l'annonce visée à l'al. 2 doit aussi être envoyée à l'Institut. Cette obligation incombe au sponsor.

⁴ La commission d'éthique ou l'Institut peuvent solliciter l'expertise technique de l'OFSP pour l'appréciation du calcul ou de l'estimation des doses ainsi que la détermination des mesures à prendre.

⁵ L'investigateur transmet à l'OFSP, dans un délai d'une année à compter de la fin ou de l'arrêt de l'essai clinique qui comporte des examens à l'aide de sources radioactives scellées ou non scellées, un rapport final avec toutes les indications pertinentes sur la radioprotection, en particulier l'estimation a posteriori de la dose à laquelle ont été exposées les personnes ayant participé à l'essai clinique.

⁶ Aucun rapport visé à l'al.5 n'est exigé sur les examens de routine de médecine nucléaire avec des produits radiopharmaceutiques autorisés.

⁷ Dans le cadre de sa prise de position au sens de l'art. 28 ou sur demande, l'OFSP peut prévoir d'autres exceptions à l'obligation d'établir un rapport visé à l'al. 5.

7. Ordonnance du 27 juin 1995 sur l'assurance-maladie⁵⁷

Art. 44, al. 3

³ Sont réservées les dispositions relatives à l'utilisation des radiations ionisantes en chiropratique, notamment l'art. 19, al. 1, let. d de l'ordonnance du ... sur la radioprotection⁵⁸ ainsi que ses dispositions d'application émises par le Département fédéral de l'intérieur.

8. Ordonnance du 19 décembre 1983 sur la prévention des accidents⁵⁹

Remplacement d'une expression

Dans tout l'acte, «Office fédéral» est remplacé par «OFSP».

Art. 2, al. 2, let. c

² Les prescriptions sur la prévention des accidents professionnels ne s'appliquent pas:

- c. aux installations nucléaires, en ce qui concerne la protection technique contre les radiations, la sûreté et la sécurité nucléaire ainsi que, pour la protection technique contre les radiations, aux entreprises soumises au contrôle de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) en vertu de l'ordonnance du ... sur la protection contre les radiations⁶⁰;

⁵⁷ RS 832.102

⁵⁸ RS 814.501

⁵⁹ RS 832.30

⁶⁰ RS 814.501

*Appendice 1 à la modification de l'ordonnance sur l'énergie nucléaire
(Annexe 10, ch. 3)*

*Annexe 3⁶¹
(art. 28 et 41)*

Dossier d'exploitation

Ch. 1, inscription sous « Règlement de radioprotection »

1. Documents organisationnels

Règlement de radioprotection	Ce règlement définit les tâches de radioprotection incombant au détenteur de l'autorisation d'exploiter, en particulier le mesurage des rejets radioactifs aux alentours et la radioprotection des personnes occupées dans le secteur contrôlé.
------------------------------	---

*Appendice 2 à la modification de l'ordonnance sur l'énergie nucléaire
(Annexe 10, ch. 3)*

*Annexe 6
(art. 21 et 38)*

Rapports sur les événements et les constats dans le domaine de la sécurité

Rapport	Contenu	Périodicité
Rapport d'événement	Rapport sur des événements survenus et sur les constats effectués, qui aura le contenu suivant: a. classification selon les critères ci-dessous, résumé de l'événement ou du constat et conclusions actuelles; b. état de l'installation avant l'événement ou lors du constat; c. déroulement de l'événement et comportement de l'installation, ou nature du constat; d. origine de l'événement ou du constat; e. mesures immédiates; f. annexes.	Pour chaque événement ou constat devant être notifié
Rapport sur les mesures consécutives	Rapport sur des événements survenus et sur des constats effectués, qui aura le contenu suivant: a. mesures consécutives; b. appréciation de l'importance au titre de la sécurité; c. annexes.	Pour chaque événement ou constat devant être notifié

Classification des événements et des constats

Il convient de classer les événements et les constats en fonction de leurs conséquences pour l'intervention d'urgence.

1. Classification

Nature de l'annonce	Description
Accident grave (General Emergency)	Un événement qui représente une menace immédiate sérieuse ou un pronostic de risque radiologique pour l'environnement et qui exige obligatoirement la préparation ou la réalisation de mesures de protection dans le voisinage des installations nucléaires.
Accident de site (Site Area Emergency)	Un événement qui pourrait conduire à un accident grave ou le site de l'installatoïn est soumis à une sérieuse menace radiolo-

gique. Un danger radiologique prochain (pronostiqué) pour l'environnement, nécessitant la mise sur pied de l'état-major d'urgence de l'installation nucléaire est possible.

Etat de préparation

Un événement qui conduit à une réduction significative du niveau de protection pour le personnel de l'entreprise ou qui pourrait conduire à un accident sur le site ou un accident grave et selon le cas exige la mise sur pied de l'état-major d'urgence de l'installation nucléaire ou de fractions de celui-ci.

Non classifié

Événement ou constat soumis à l'obligation d'annonce concernant la sécurité nucléaire, mais qui ne remplit aucun des critères relatifs à l'état de préparation, l'accident de site ou l'accident grave.

Événement d'intérêt public

Un événement observable par le public sur le site de l'installation nucléaire ou dans ses environs immédiats, indépendamment de sa signification pour la sécurité nucléaire ou un événement en relation avec l'installation nucléaire au sujet duquel l'IFSN doit éventuellement répondre à des questions ou un événement observable par le public concernant le transport de matières nucléaires de catégorie I à III (conformément à l'annexe 2 OENu) ou de déchets radioactifs provenant du retraitement.

2. Délais de notification des événements et des constats dans le domaine de la sécurité

	Situation d'urgence générale	Situation d'urgence sur le site	Alerte	Non classé	Événement d'intérêt public
Annonce par téléphone (première info)	de suite	de suite	de suite	24 heures ¹	de suite
Confirmation écrite de l'annonce	dans le cadre de l'organisation d'urgence de l'IFSN	dans le cadre de l'organisation d'urgence de l'IFSN	dans le cadre de l'organisation d'urgence de l'IFSN	24 heures ¹	dans les 2 h. après la 1 ^{re} information
Rapport d'événement	36 heures	36 heures	10 jours	30 jours	Rapport mensuel ²
Rapport sur les mesures consécutives	selon les besoins	selon les besoins	30 jours	30 jours	Rapport mensuel ¹

¹ Dans les 24 heures entre 8 et 17 h.

² Si un rapport mensuel n'est pas requis, le notifier dans le rapport trimestriel ou annuel.

3. Echelle d'appréciation internationale selon l'AIEA-INES

Pour l'information de la population, il convient de classer les événements et les constats d'après l'échelle internationale INES de l'AIEA. (voir INES User's Manual 2008, AIEA, Vienne 2009)

Niveau	Description	Critères
7	Accident majeur	<ul style="list-style-type: none">– Rejet dans le voisinage du site d'une part importante de l'inventaire du coeur du réacteur, généralement sous la forme d'un mélange de produits de fission radioactifs à courte et longue période (en quantités équivalent, du point de vue radiologique, à plus de 10 000 TBq d'iode-131).
6	Accident grave	<ul style="list-style-type: none">– Rejet de produits de fission dans le voisinage du site (en quantités équivalent, du point de vue radiologique, à un rejet de l'ordre de 1000 à 10 000 TBq d'iode-131).
5	Accident entraînant une mise en danger du voisinage du site	<ul style="list-style-type: none">– Rejet de produits de fission dans le voisinage du site (en quantités équivalent, du point de vue radiologique, à un rejet de l'ordre de 100 à 1000 TBq d'iode-131).– Dommages graves au coeur avec relâchement d'une grande quantité de radioactivité à l'intérieur de l'installation.
4	Accident sans mise en danger significative du voisinage du site	<ul style="list-style-type: none">– Rejet supérieur aux valeurs-limites autorisées de substances radioactives dans le voisinage du site, entraînant, pour l'individu le plus exposé, une dose de quelques millisieverts.– Avarie partielle du coeur du réacteur due à des effets mécaniques et/ou à une fusion.– Irradiation du personnel ayant pour effet probable un décès à court terme.
3	Incident grave	<ul style="list-style-type: none">– Rejet supérieur aux valeurs-limites autorisées de substances radioactives dans le voisinage du site, pouvant entraîner, pour l'individu le plus exposé hors du site, une dose de l'ordre de quelques dixièmes de millisievert.– Irradiation du personnel assez forte pour qu'il faille s'attendre à des effets aigus sur la santé des travailleurs. Niveau élevé de contamination dans l'installation.– Défaillance à la suite de laquelle une panne supplémentaire des équipements de sécurité pourrait entraîner un accident, ou situation où des équipements de sécurité ne pourraient pas empêcher un accident si certains événements se produisaient.

2	Incident	<ul style="list-style-type: none"> – Événement ou constat accompagné de défaillances majeures de certains équipements de sécurité, mais avec des mesures préventives suffisantes pour corriger encore des erreurs supplémentaires. Événement ou constat de niveau 1, mais avec des carences non négligeables dans l'organisation ou sur le plan de la culture de la sécurité. – Événement à l'origine d'une irradiation du personnel dépassant la limite admissible de la dose annuelle. Dispersion significative de radioactivité dans l'installation, dépassant les limites admises lors du dimensionnement.
<hr/>		
1	Anomalie	<ul style="list-style-type: none"> – Anomalie amenant l'installation en dehors des conditions de fonctionnement prescrites. Elle peut être due à une défaillance du matériel, à une erreur humaine ou à une insuffisance dans les procédures. Événement ou constat sans importance directe pour la sécurité, mais avec des carences non négligeables dans l'organisation ou sur le plan de la culture de la sécurité.
<hr/>		
0	Événements et constats sans signification pour la sécurité	<ul style="list-style-type: none"> – Événements et constats ne sortant pas des valeurs-limites et conditions fixées à l'exploitation et qui n'exigent que l'application des procédures appropriées. Exemples: Défaillance unique dans un système redondant, constatée lors des contrôles périodiques. Arrêt automatique du réacteur, suivi du comportement normal de l'installation. Fuites ne dépassant pas les limites des conditions d'exploitation. Tous ces exemples sont sans lien direct avec la culture de la sécurité.
